

50639

50639

füz
3

MATHEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESÍTŐ.

A M. TUD. AKADEMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA.

SZERKESZTI

KÖNIG GYULA

OSZTÁLYTITKÁR.



TIZENHATODIK KÖTET.

2531

1898.



BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

1898.

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA.

TARTALOM.

	Lap
ÁRKÖVY JÓZSEF: A fogpulpa és sebgangræna egy új bacteriologiai tényezőről	243
— Adatok a fogcaries ætiológiájához	246
AJESZKY ALADÁR: Adatok a lépfene ellen való immunizálás kérdéséhez	306
BEKE MANÓ: A homogen lineár differenciál-egyenletek resolvenseinek alapegyenleteiről	407
BOGDÁNFY ÖDÖN: Téli csapadék és a Tisza tavaszi árvizei	489
BUGARSZKY ISTVÁN és LIEBERMANN LEÓ: A fehérjenemű anyagok sósav-, natriumhydroxyd- és konyhasólekötőképességéről	218
BUGARSZKY ISTVÁN és TANGL FERENCZ: A vérsavó molekuláris concen- tratiojáról	253
DADAY JENŐ: Édesvízi mikroszkopi állatok Ceylonból	89
FARKAS GYULA: A gáz-diffusio Kirchhoff-féle egyenleteinek reductioja	201
FARKAS GYULA: Pótlások a vector-tanhoz és az elektromágnesség tanához	321
FARKAS GYULA: A Fourier-féle mechanikai elv alkalmazásának algebrai alapja	361
FODOR JÓZSEF és RIGLER GUSZTÁV: Vizsgálatok typhus-bacillusokkal fer- tőzt állatok vérével	298
FRANZENAU ÁGOSTON: Kristálytani vizsgálatok a bélabányai pyritről (I. és II. tábla)	273
KÉTLY KÁROLY: A dobhúr (chorda tympani) boncz- és élettani viszonyai klinikai megfigyelések alapján	139
KLUG NÁNDOR: A gázfejlődésről pankreas-emésztés közben	71
KOCH ANTAL: Az erdélyi medence ifjabb harmadkori képződményei	421
KÖVESLIGETHY RADÓ: A spektrumanalýzis két parameteregyenlete	437
LENARD FÜLÖP: Az elektromos erővel párhuzamosan irányított kathod- sugarak magatartásáról	266
LENGYEL BÉLA: Adatok a calcium ismeretéhez	248
— Néhány gáz hatása a photographlemezre	365
LENHOSSÉK MIHÁLY: A centrosomáról	145
LÖRENTHEY IMRE: Sepia a magyarországi harmadkorú képződményekben (III. tábla)	317

	Lap
MÉHELY LAJOS: Biró Lajos herpetologiai gyűjtéséről, különösen egy új- guineai új békanemről	117
MIHALKOVICS GÉZA: A Jacobson-féle szerv	1
ÓNODI ADOLF: A gége légző és hangképző idegeiről	101
PÓLYA JENŐ: A mellső csarnok zúgának állapota glaucomás szemekben	311
RADOS GUSZTÁV: Az orthogonális helyettesítések együtthatói között fenn- álló feltételi egyenletek.....	123
— Indukált lineár helyettesítések	378
SCHWITZER HUGÓ: Adatok az öregkori szürke hályog keletkezéséhez	315
TÖTÖSSY BÉLA: Algebrai felületek magasabbrendű érintősíkjai	127
VÁLYI GYULA: Többszörös polaris reciprocity a síkban	399



A JACOBSON-FÉLE SZERV.

(Organum vomeronasale JACOBSONI.)

MIHALKOVICS GÉZA r. tagtól.

A JACOBSON-féle szerv az orrüregnek egy kiegészítő része; a legtöbb gerinczes állatban jóval kisebb, mint a főüreg, melylyel a felszínét takaró nyálkahártya szerkezete tekintetében megegyezik, amennyiben rajta is van érzéklő és lélekző hámboríték, azonkívül nyálkahártyájában barlangos érszövet, valamint a szagló- és háromosztású ideg rostjai sem hiányoznak. Ha ezen szerv ismeretéhez összehasonlító anatómiai úton jutottunk volna, azaz a bűvárok az egyszerűbb állapotú alsóbb rangú gerinczes állatokból indultak volna ki: a JACOBSON-féle szervről helyesebb nézetek terjedtek volna el, mint így, hogy JACOBSON dán anatomusnak 1811-ben kelt közleménye után (19)* először emlős állatok lettek vizsgálati anyagul választva. Azóta e szerv számos vizsgálat tárgya volt, nemcsak emlősökön, hanem a gerincesek egyéb osztályain is, azonban a szerzők nagyobbára csak egyes állatokra vagy osztályokra szorítkoztak, ellenben valamennyit felölelő és egybevető közlemény hiányzik, pedig nyilvánvaló, hogy az emberben csenevész képződményekről helyes fogalmakhoz egyedül tágabb alapon nyugvó összehasonlító anatómiai és fejlődéstani úton lehet jutni. Legterjedelmesebbek még e tekintetben SEYDEL értekezései (43—44), aki alsóbbrendű gerinceseken (kételtűek, teknősök) vizsgálta meg nagy pontossággal az orrüreg és JACOBSON-féle szervet, de a felsőbb rangúakat csak mellékesen egybevetés céljából vonta vizsgálati körébe. Az utóbbiakról több közlemény jelent meg, de mindezek nagyrészt a

* A zárjelbe tett számok a munka végén közölt irodalomra vonatkoznak.

leíró útát követik, ami azon eredménynyel járt, hogy lényegtelen, mellékes viszonyokra fektették a főszűlyt.

Minthogy SEYDEL vizsgálatai csak alsóbb rangú gerinczesekre vonatkoznak, ezeknek kiegészítésére feladatommá tettem egybe-hasonlítás céljából a felsőbb rangúakat is a vizsgálatok körébe vonni. A JACOBSON-féle szerv a gerinczesek ugyanazon osztályaiban és rendjeiben megegyező viszonyokat mutat, s csak mellékes jelentőségű részletekben van eltérés. Azért elegendőnek találtam mintául a főbb osztályokból néhány példányt kiválasztani; ezeket újabb kezelésekkal metszetsorozatokon megvizsgáltam, s az egybe-vetésekre szükséges példányokat lerajzoltattam. Ezen néhány rajz-ból természetesen nem lehet a szerv minden viszonyairól pontos képet kapni, ahhoz számos készítménynek átvizsgálása szükséges, annál is inkább, mert nemcsak a JACOBSON-féle szerv, hanem az egész orrüreg pontos átvizsgálására van szükség az alsóbb ran-gúakban. Azonban reménylem, hogy a főbb viszonyok a néhány rajz segítségül vételével is érthetők lesznek, és elegendők arra, hogy a dolog lényegéről helyes fogalmat kapjunk.

Miután halaknak JACOBSON-féle szervök nincsen,* a kétéltűek-ből indulunk ki, melyek között az egyszerűbb viszonyok a farkosak-ban fordulnak elő. Ezek közül a szalamandra és göte (triton) orrüregét vizsgáltam meg (a többiekről v. ö. BAWDEN 3, BORN 5, BURCK-HARDT** stb. értekezéseit).

1. Farkos kétéltűek.

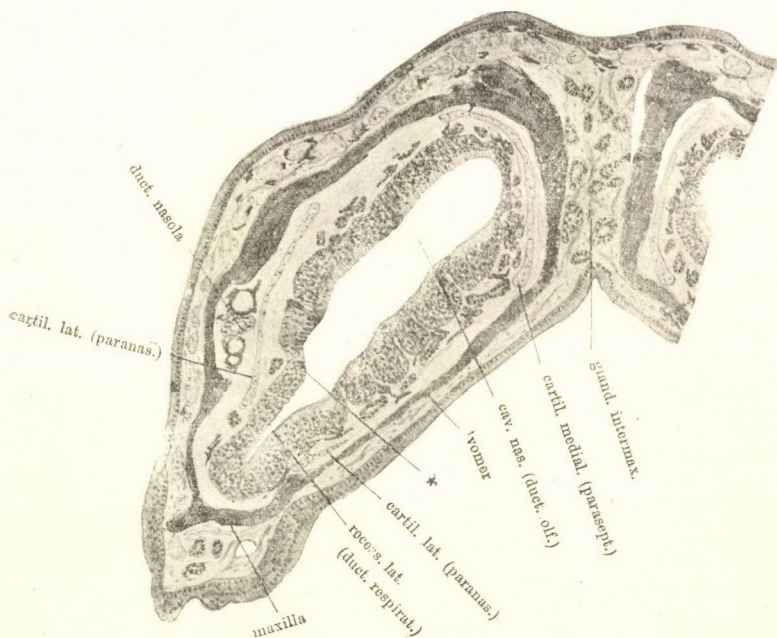
Farkos kétéltűeken (amphibia urodela) a koponya lapos, s haránt irányban ki van szélesedve (1.—3. ábrák). Arczi része az orrüreg szerint van idomítva, s ezen üreget környező porczogós orrtokból áll, melyet lemezalakú vékony fedőcsontok takarnak. A porczogós orrtok harántmetszeteken helyenkint hiányos, ami a

* Csak WINTHER említ hasonló kis gödröket az orrlyukak között, ami-nek magyarázata azonban kétséges. Fiskenes Ansigt. Forste afsnit in Naturk. Tidsskrift. 3. R. X. S. 185. 1876. Kjöbenhavn.

** BURCKHARDT, P., Unters. am Gehirn u. Geruchsorgan von Triton u. Ichthyophis. Zeitschr. f. wiss. Zool. LII. 1891.

benne levő kisebb és nagyobb lyukaktól s hasadékoktól van. SEYDEL (43) sorozatmetszetekből lemezmintázással felépítette a farkos két-
 éltűek porczogós orrtokját és azt lerajzolta; ami czéljainkra ele-
 gendő tudni, hogy a porczogós orrtok már a farkos kétéltűeken kezd
 fogyatékos lenni, s helyenkint kisebb lemezek tagolódnak le róla,
 nevezetesen az orrüregnek oldalsó részén találunk ilyeneket az

1. ábra.



A götte (*triton cristatus*) orrüregének haránt átmetszete a legszélesebb helyen.

alapon és a tetőn (1. ábra). Hogy a kétéltűek a porczogós orrtokot
 ősi elődjeiktől: a porczogós halaktól örökölték, azt a leszármazási
 tan kétségtelenül kimutatta, s annak helyenkinti sorvadása nem
 magyarázható másból, mint a tökéletesebb védőváznak: az orr-
 üreget környező fedőcsontoknak fellépéséből. Az eredeti váz azon-
 ban nem pusztult ki egyszerre, arra meg kellett lenni az előkészü-

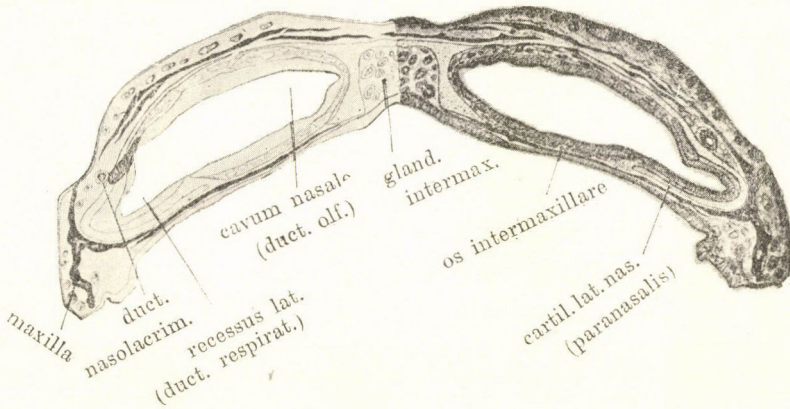
letnek, azért az alsóbb rangúakban a porczogós váz nagy része meg van még a fedőcsontok alatt, s csak helyenkint kezd pusztulni.

A szalamandra és triton orrürege sokban hasonlítanak egymáshoz (1. és 2. ábrák): mindkettőe lapos tömlőből áll, mely elül a szűkült külső orrnyílással az arczon, hátul kerek lyukkal a koponya alapján nyílik; az utóbbi lyukat *belső orrlyuknak* (3. ábra, *choana*) nevezik. Az utóbbi nyílástól kezdve egész a külső orrlyukig van a szájpád. Az utóbbi nem egyértékes (homolog) az emlősállatok szájpádjával, hanem az ú. n. *áллеlőtti szájpáddal* (*praepalatium* s. *palatinum primarium*), azaz a metszőrész szájpádjával, mely az emlősökön a külső orrlyuktól a metszőcsatorna nyílásáig, az ú. n. STENSON-féle menetig tart. Eszerint a kétéltűek orrüregének feneke egyértékes az emlősállatok embryoinak elemi szájpádjával, s a kétéltűek *belső orrlyuka* azon helyen fekszik, ahol az emlősembryok elemi *belső orrlyuka* van. Az emlősállatok metszőlyuk mögötti, ú. n. másodlagos, vagy *áллеcsonti szájpádjával* (*palatum maxillare*) egyértékes képződmény a kétéltűekben teljességben kifejlődve nincsen, de megvan a kezdeti nyoma a *belső orrlyuk* külső oldalán fekvő alacsony léczben (3. ábra, *processus palatinus*), mely a *belső orrlyuktól* kiindulva az áллеcsont szélével kb. párirányosan vonul hátrafelé a koponya alapján, s barázdát fog közre az áллеcsonttal (*recess. later.*), amely SEYDEL szerint arra való, hogy a kilélekzett levegőt a *belső orrlyuk* felé terelje, s ez azután főleg az orrüreg oldalsó részében áramolják előfelé a *külső orrlyukhoz*.

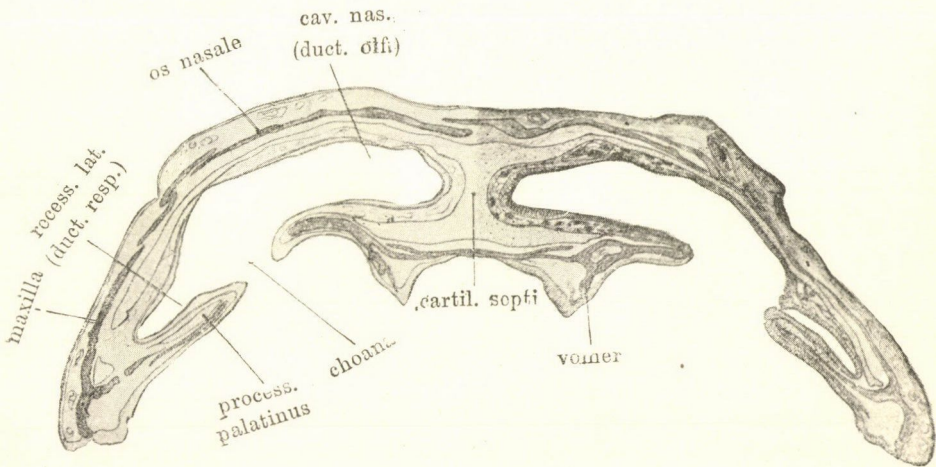
A farkos kétéltűek orrürege azon kezdeties fokon állapotott meg, mely a felsőbb rangúak arczidomításának idején van jelen, azaz egyértékes az emlősállatok embryoinak elemi orrüregével. Azonban az idomot illetőleg az ilyentől lényegesen eltér, mert emlősembryokon magasságban megnyúlt tömlőből áll, míg a kétéltűeken szélteben van kiterjedve. Kivéve a be- és kimenetet (orr-tornácot és choanát), az orrüreg közbeneső része két részből áll: mediál terjedelmesebb orrüregből (1. és 2. ábrák, *cavum nasale* [*duct. olf.*]), s ezzel közlekedő oldalsó lapos tömlőből (1.—2. ábrák, *recessus lat.* [*duct. respirat.*]), melyeknek mindegyikét oszlopos hámszejtréteg fedi; a határt a főüreg és mellékkütüremlés között a felső és alsó falon behajló redők jelzik (*), melyeken a hámbori-

ték alacsonyabb. A borító hám kétféle sejtekből egybeállított területekből áll: világos protoplasmájú magas hengeridomú sejtekből,

2. ábra.



3. ábra.



2. és 3. ábra. A foltos szalamandra (*salamandra maculosa*) orrüregének két haránt átmetszete a közepéből és hátrább a belső orrlyuk (*choana*) tájékából.

melyekhez kehelysejtek vannak vegyítve, és fonálalakú vékony érzéklőhámokból, melyek a szabad végükön a csillagószőrökhöz

hasonlító, de kurtább merev fonalakba folytatódnak. Mindezek látszólag több rétegben feküsznek, azaz magvaik különféle magasságban vannak elhelyezve, ami több rétegzet képét adja. Az orrüreg néhány helyén azonban a hám alacsony egyrétegű, nevezetesen a mediál falon (1. ábra), s a főüregnek átmeneti helyén az oldalkitüremlésbe fekvő redőn is vannak egyrétegű világos csillogószőrű hengersejtek, vegyítve kehelysejtekkel, amelyek kétségtelenül nyálkaelválasztók. Tritonon az érzéklőhámot a főorrüregben a nyálkahártya részéről beléje terjedő értartalmú nyúlványok tányéralakú mezőkre osztják (1. ábra), ami bimbóknak a képét adja, olyanokét, minők a csontos halak orrüregében előfordulnak, s amelyeket BLAUE* *szaglóbimbóknak* nevezett. Az orrüreg oldalkitüremlésében ily tagolás érzéklő területekre nem fordul elő, ott a hám egyenletes magas és folytonos, s az orrüreggel való határon a behajlott helyeken csillogószőrű hengersejtek vannak, keverve kehelysejtekkel (*lélekzőhám*), s ez betérjed egy darabon az oldaltömlőbe is, melynek legoldalsóbb részén egy helyen hasonló érzéklőhám van, mint a főorrüregben, csak hogy ez nincs tagolva bimbóalakú mezőkre (1. ábra). A hámon túl fekvő nyálkahártyában harántmetszeteken a szaglóidegnek átmetszett vastag velőtlen ágait és kurta csöves mirigyeket (*gland. Bowmanni*) találunk, az utóbbiakat azonban csak a főorrüregben, ellenben az oldaltömlőben a mirigyek mindig hiányzanak. A könnyvezető cső a nyálkahártyán túl a porczogós és csontos orrtok között fekszik (1. és 2. ábra, *ductus nasolacimalis*), s elül az orrtornácza nyílik; az utóbbit kurta darabon még réteges laphám takarja, s oldalsó részén sima izomsejtekből álló külön orrlyukzáró izom van elhelyezve.

Ha a farkos kétéltűek szagló szervét a halakéval egybevetjük, szembetűnnek a változottélelmóddal beállt tökéletesbülések. Halakban a szagló szerv alakilag a köztakarónak egyszerű tömlőalakú betüremléséből áll, melyen szöveti kiválás következtében a borító sejtek a szaglóideg szálaihoz viszonyba lépett érzéklőhámokká alakultak át; az utóbbiak a tömlőt mindenütt takarják, s különválás szagló és lélekző területekre még nem állt be. Ezen egyszerű álla-

* BLAUE J., Unters. üb. d. Bau d. Nasenschleimhaut bei Fischen u. Amphibien. Archiv f. Anat. u. Entwicklungsg. 1884.

pottal szemben a farkos kétéltűeken haladás jelentkezett abban, hogy a szaglótömlő belső nyílást kapott a szájüreg tetején, s azonkívül a lapos tömlő két részre tagolódott: mediál nagyobb üregre, melyet *fő-* vagy *szagló orrüregnek* (*ductus olfactorius*, SEYDEL) lehet mondani, s ennek folytatásába eső szűkebb oldaltömlőre, s ezt *járvulékos orrtömlőnek* (*recessus lateralis*) fogjuk nevezni. Nem kell különös bizonyíték ahhoz, hogy a mediál tömlő egyértékes a halak orrtömlőjével; bizonyítja ezt annak közvetlen átmenetele elül az orrtornácza és külső orrlyukba; azonkívül azon körülmény is, hogy ez van vízben élő farkos kétéltűeken (*triton*) a csontos halakéhoz hasonlító szagló bimbókkal ellátva, s hozzá megy a szagló-ideg pamatjainak zöme. Ezen ősibb részszel szemben az oldaltömlő új szerzemény, mely alaki és szöveti tekintetben is a főorrüregtől elüt, t. i. nincsenek benne szagló bimbók, hiányzanak benne a csöves orrmirigyek, s szaglóhám egyedül az oldalsó kisebb részében van kisebb helyen, ellenben a többi része lélekzöhámmá alakult át.

SEYDEL az orrüreg oldaltömlőjében a JACOBSON-féle szervnek első nyomát látja, s nézetét arra alapítja, hogy ennek oldalsó részében szaglóhám van, melyhez a szagló-ideg mediál ágából jövő szálak mennek; továbbá SEYDEL az orrüreg anatomiai berendezéséből azt következteti, hogy az oldaltömlőbe jutott érzéklőhámnak feladata az orrüregen át kilélekzett levegőnek vagy folyadéknak, s ezzel együtt a tápláló anyagoknak ellenőrzésében van, mert kilélekzéskor a fentebb említett szájpadi barázdán a belső orrlyuk felé haladó levegő vagy folyadék főleg az orrüreg oldaltömlőjét söpri végig, s arra szüksége van az állatnak a szájüregbe bevett tápláló anyagoknak szaglási ellenőrzése érdekében.

Részemről nem járulok SEYDEL magyarázatához a következő okokból: A JACOBSON-féle szerv ismerete és fogalma az emlősökről indult ki, melyeken ezen szerv az orrüreg *mediál* falán, azaz az orrsővényen alant fekvő érzéklő hámcsőből áll, mely hátrafelé vakon végződik, elül pedig az orrüregbe, vagy a STENSON-féle menetbe nyílik. Hogy ez az emlősökben — a majmok kivételével — nem csenevész szerv, bizonyítják a benne jól fejlett szaglóhámok és a szagló-idegnek hozzája menő száalai. Ezen szerv fekvése, alakja és anatomiai berendezése nem azonos a farkos kétéltűek orrüregének

oldaltömlőjével. SEYDEL saját magyarázatát az arczkoponya alaki viszonyaira alapítja, arra t. i., hogy a farkos kétéltűeken a koponya széltében lapos és alacsony, ellenben az emlősökben magas, azért a JACOBSON-féle szerv amazokban oldal felé, emezekben medián felé fekszik. Hogy ezen magyarázat nem kielégítő, kiderül abból, hogy a farktalan kétéltűekben is megtaláljuk a lapos arczkoponyát, valamint az orrüreg oldaltömlőjét, és ebben bizonyos helyen szaglóhámot is: mindamellett megvan a mediál falon egy másik, az emlősökével megegyező JACOBSON-féle szerv is, amiből az következik, hogy a farkos kétéltűek orrüregének oldaltömlője nem lehet JACOBSON-féle szerv, hacsak úgy nem segítünk a magyarázaton, hogy mediál és oldalsó JACOBSON-féle szervet veszünk fel, mint a hogy azt SEYDEL némely farkos kétéltűn (siren) és a teknősökön tett vizsgálataiból következteti (v. ö. alább), azon okból, mert az oldaltömlő is az orrüreg mediál falán elhaladó szagló idegszálakból kapja rostjait, tehát azon idegből, mely felsőbb rangúakban a JACOBSON-féle szervet ellátja (*Jacobson-féle ideg*). Én ezt kevésbé lényeges bizonyítéknak tartom, mint a fekvést és az anatómiai berendezést. Az egyértékesség (homologia) alaki fogalom, amelynek megállapításában lényeges része van a fejlődési módnak. JACOBSON felfedezése az emlősökre vonatkozik, ezeken pedig a JACOBSON-féle cső a mediál orr- vagy homloknyulványban (leendő orrsővényben) fejlődik a hámnak csőalakú betüremléséből (v. ö. alább). A mirigyalakú cső fejlődését megelőzi a megvastagodott hámterületnek besüppedése, tehát legfeljebb ezen állapotot lehetne az emlősök JACOBSON-féle szervével alaki hasonlatba hozni, de semmi esetre sem a felső állcsonti nyulványba betérjedő lapos kitüremlését az orrüregnek, még ha annak vak vége szaglóhámmal is van fedve. Az utóbbi miatt ama hely legfeljebb analog (hasonló működésű) lehetne az emlősök JACOBSON-féle szervével, de nem homolog. Kérdés tehát, mikép magyarázandó a farkos kétéltűek orrüregének oldalkitüremlése?

Az orrüregnek phylogéniai átváltozását úgy vagyok hajlandó magyarázni, hogy a halak egyszerű szaglótömlője a tüdői lélekzés beálltával a levegő áramlására nem lévén alkalmas, az mindenekelőtt kibővült, s a szájrég felé kihatott; azután egy járulékos oldalsó kibővülés csatlakozott hozzája a felső állcsont felé, részint a

koponya súlyának könnyítésére, részint a szagló felszín nagyobbítására. De a szaglási műveletek ellátására nem volt az összes tömlőre szükség, azért annak egyes részein a szaglóhám helyét egyszerű lélekzőhám váltotta fel, nevezetesen a mediál falon, és oldal felé a főüregnek az oldaltömlőbe való átmeneteli ránczain. Eszerint a melléküregnek vak végét takaró szaglóhám helyi maradványát teszi az összes orrtömlőt fedő szaglóhámnak. A főüregben a levegő és folyadék ki- és beáramlása gyorsan váltakozik, mindenesetre gyorsabban, mint az oldalfelé fekvő szűkebb tömlőben, s azért valószínű, hogy az utóbbiban a szaglási érzések jobban kihasználhatók, mint a főorrüregben. Egyéb érzékszervekről ismeretes, hogy a különféle ingerek nem egyforma gyorsasággal képesek az érzéklő hámokat működésbe hozni, amiből kiindulva azt lehet következtetni, hogy a kétéltűek orrüregének oldaltömlője és a benne megmaradt szaglómező a lassabban beható szagló-ingerek érdekében jött létre; ott a levegő vagy folyadék egyideig pang, s akközben ama fajlagos szaglási érzések érvényre juthatnak, ami a főorrüregben a gyors levegő- és folyadékváltozás miatt nem történhetik meg kiadóan. Ezen magyarázat természetesebb és egyszerűbb, mint a SEYDEL-é, aki az oldaltömlőt — szerinte a JACOBSON-féle szervet — arra véli rendeltetve, hogy a szájpadi barázdán a belső orrlyukhoz vezetett levegő az oldaltömlőn áramoljék végig, s emiatt azt a táplálék szaglóérzéki ellenőrzésére látja rendeltetve. Békákon a szájpadi barázda viszonyai ugyanolyanok, mint a farkos kétéltűeken, s mégis *mediánfelé* fekszik a JACOBSON-féle szerv, de van azonkívül az oldaltömlőben fekvő szaglóhám is, csak hogy ez nem egyértékes a felsőbb rangúak JACOBSON-féle szervével, s ezen körülmény egymagában elég SEYDEL nézetének megdöntésére.

Abból, hogy a kétéltűek orrürege lapjában szélesedett meg, az emlősöké pedig magasságban bővült ki, még nem következik, hogy az orrüreg mediál falán fekvő képződmények a kétéltűeken egészen oldalfelé jutottak volna. Kétéltűeken az oldaltömlő a felső állcsonttal érintkezik, s a belső orrlyukon túl a szájpadnyúlvány van alatta (3. ábra, *proc. palat.*); ellenben felsőbb rangúakon a JACOBSON-féle szerv sehol sincs a váznak ama részeihez viszonyban, hanem mindig az orrüreg alsó részén és ennek ekecsonti darabján fekszik, emiatt az oldaltömlő nem lehet JACOBSON-féle szerv. SEY-



DEL nagy súlyt fektet nézetének támogatásában arra, hogy az oldaltömlő zugában fekvő szaglőhamba a szaglőideg *mediál* ágából mennek a rostok, azonban figyelmen kívül hagyja a viszonyt a csontvázhoz és a JACOBSON-féle mirigyhez is; az utóbbit kételtűeken is az orrüreg fenekén és mediál falának szomszédságában rajzolja le (489. lap, 9. E—I. ábrák, *gl. Jacobson*), tehát távol az oldaltüremelés vak zugától, s eszerint viszony nélkül az általa felvett JACOBSON-féle szervhez. Ezekhez járul, hogy a könny-orrvezeték az oldaltömlőnek tetején nyílik az elválasztó redő szomszédságában elül,* olyasmi, ami egyéb állatokon a JACOBSON-féle szervben nem szokott előfordulni, hanem inkább az állcsonti öbölhöz való viszonyra vall. Mindezek alapján nem osztom SEYDEL nézetét, hogy a farkos kételtűek orrüregének oldaltömlője egyértékes képződmény volna a felsőbb rangú gerincesek JACOBSON-féle szervével.

Az oldaltömlő alaki magyarázatát illetőleg BORN (5) nézetéhez csatlakozom, mely szerint ama kitüremelés az állcsonti öböllel egyértékes képződmény; ez tehát az orr járulékos üregei között a legősibb szerzemény, melynek az előzménye már a kételtűekben megvan, s ezeken jelentkezik a legegyszerűbb alakjában. A farkos kételtűek egyszersmind számot adnak az állcsonti öböl feladatáról is. A kitüremelés egyszerűbb szöveti szerkezetű, mint a főorrüreg, mindamelletts kis helyén megmaradt a szaglőhám, és rajta a szaglőideg szálai. Eszerint az állcsonti öböl is szaglőből jelentőségű volt eredetileg, de csak a kételtűekben, ellenben az emlősökben és legtöbb csúszómászóban a benne végzett szaglóműködés egészen megszűnt. Farktalan kételtűek és mocsaras teknősök közbeneső állapotban vannak: ezeken az orrsövény mediál falán megvan a felsőbb rangúak JACOBSON-féle szervével egyértékes képződmény, de az orrüreg oldaltömlőjében is megvan még a szaglőhám kis területen. Az utóbbi hely érzéklőhámja már a csúszómászók nagy részében elenyészett, s helyébe a mediál falon új rejtett szaglőmező keletkezett, s ez az igazi JACOBSON-féle szerv.

* Így írja és rajzolja le ezt SEYDEL is, 497. l., 12. E. ábra, *Duct. nasolacr.*

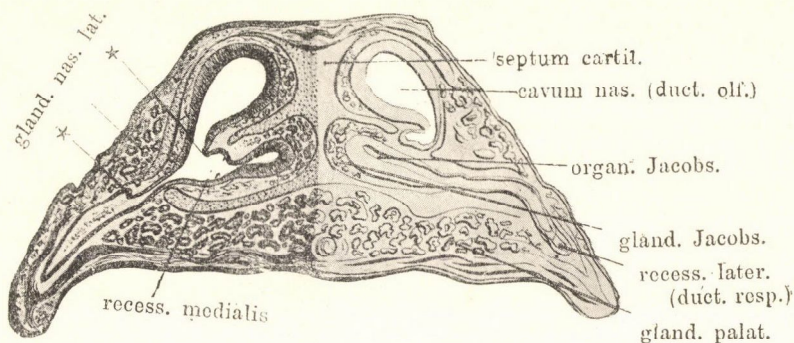
2. Farktalan kétéltűek.

A farktalan kétéltűek (*amphibia anura*) orrürege a farkosokkal szemben jelentékenyen tökéletesedett. A külső és belső orrlyukak, valamint az orrtornác és az elemi szájpád viszonyai olyanok, mint a farkosokon, de az orrüreg bonyodalmasabb. Ennek viszonyait BORN (5) lemezmintázási módszerrel állította elő, SEYDEL (43) pedig az éti béka (*rana esculenta*) sorozatos átmetszetein tanulmányozta. Részemről a varangyos békát (*bufo cinereus*) és éti békát (*rana esculenta*) vettem vizsgálat alá, de különösen a leveli békát (*hyla arborea*) találtam kisebb volta miatt alkalmasnak arra, hogy metszetsorozatokra felbontassék. Erről két tanulságos metszet a 4. és 5. ábrán van adva gyengébb nagyítással az egész előfej áttekintésére, a 6. ábra pedig erősebb nagyítással a fél fejet mutatja a JACOBSON-féle szerv tájékából.

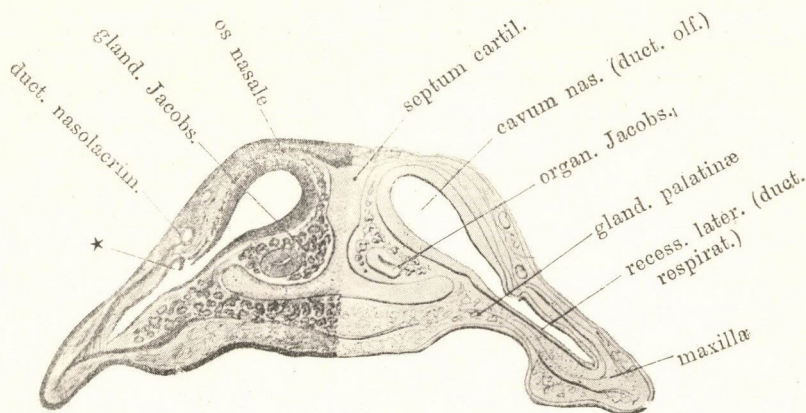
A koponya arcai része magasabb, mint a farkos kétéltűeken, s vázát vastag porczogós orrtok alkotja, melyet helyenkint vékony fedőcsontok takarnak. A porczogós váznak sővényi része (*septum cartil.*) vastag, s töle az orrüreg háti és hasi oldalán lemezek mennek el, melyek a háti oldalon helyenkint hiányosak úgy, hogy ott az orrsont (*os nasale*) közvetlenül érintkezik az orrnyálkahártyával (6. ábra). A porczogós orrsővény alapjától vízszintes lemez megy el oldalfelé az egész orrüreg fenekére, azonkívül egy másik vízszintes lemez feljebb, mintegy az orrsővény középmagasságán indul ki (6. ábra, *cartilago paraseptalis*); az utóbbi lemez felett van a főorrüreg (*carum nas. [duct. olf.]*), alatta pedig az orrüregnek egy mediál kitüremlése (4. ábra, *recessus medialis*), mely kifelé mint hosszú, megnyúlt lapos tömlő a porczogós orrtokon túlmegy, s oldalfelé betérjed a felső állcsont homorulatába (*recessus lateralis*). Az orrüreg felső ág szaglórésze (*ductus olfactorius*) szűk átmenettel (*pars communicans*, 6. ábra) útján közlekedik a járulékos tömlővel, amely utóbbinak mediál és oldalsó része van (*recessus medialis et lateralis*, 4. ábra), s az egész alakulás \perp -hoz hasonlítható. A szűk átmenet a fő- és járulékos orrüregek között nem terjedelmes, azért nem épen az összefüggési helyről származó harántmetszeteken a mediál járulékos üreg nincs összefüggésben a főüreggel (4. ábra a jobboldalon). Ellenben a főüreg összefüggése

az oldalsó kitüremléssel terjedelmesebb, azért a két üreget egymással összefüggésben még oly hátulsóbb harántmetszeteken is megkapjuk, melyeken a mediál tömlő már megszűnt (5. ábra).

4. ábra.



5. ábra.



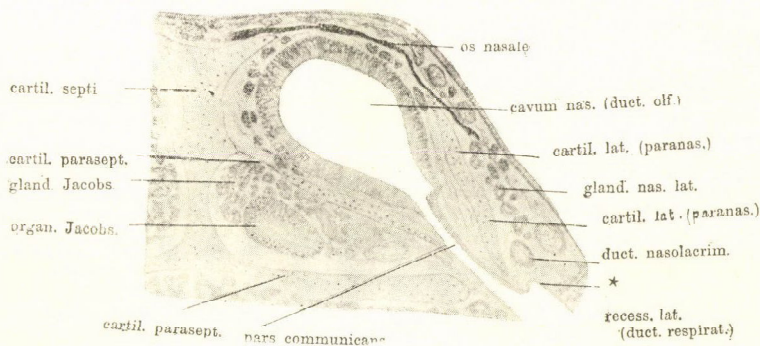
4. és 5. ábra. A leveli béka (*hyla arborea*) orrüregének két haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv tájékából. A 4. ábrán a mediál kitüremlés, az 5.-en a lefűzött Jacobson-féle cső látszik.

A közös összekötő darabból az oldaltömlőkbe való átmeneti helyen nyálkahártyaredők vannak (*-gal jelölve). A főorrüregben magas réteges szaglóhám van és BOWMANN-féle csöves orrmirigyek,

ilyen hámot találunk a mediál kitüremlésben is (4. ábra); mindkettőnek hámja a közlekedési hely felé alacsony lesz, s csillogószőrös egyrétegű hengerhamba megy át, mely kehelysejtekkel van keverve, s ilyen hám fedí az oldaltömlőnek legnagyobb részét is, kivéve a vak végén kis helyet, ahol többrétegű aprósejtű hám van; de hogy ez szaglóhám volna, mint azt SEYDEL leírja, arról a leveli békán nem tudtam meggyőződni.

A mirigykészülék a farktalan kételtűekben a fejbélen igen jelentékenyen van kifejlődve, s áll a főorrüreg csöves (BOWMAN-féle) mirigyein kívül az állközi nyálkamirigyből (gl. intermaxilla-

6. ábra.



Az előbbi rajz egy része erősebb nagyítással.

ris) a két külső orrlyuk között, azonkívül a szájpadi nyálkamirigyekből (gland. palat., 4. ábra), azonkívül a mediál és oldalsó orrnyálkamirigyből (gl. Jacobs. et nasalis lateralis, 4. és 5. ábrák). Az oldalsó orrnyálkamirigy a porczogós orrtokon kívül fekszik a könnyorrveték szomszédságában (6. ábra, duct. nasolacrimalis), s nyílása az orrtornácban van. A mediál orrnyálkamirigy a mediál oldaltömlőn fekszik, s több vezetékkel ebbe nyílik, ezt nevezik JACOBSON-féle mirigynek (gl. Jacobsoni, 4.—6. ábrák).

Reánk nézve ezen mirigy, valamint a szomszédságában fekvő mediál orrtömlő különös fontosságú, mert benne találjuk képviselve a JACOBSON-féle szervet a kezdeti megjelenésében. Ezen járu-

lékos szaglótömlő az orrüreg elülső harmadán van elhelyezve a porczogós orrsövény szomszédságában, közrefogva ennek oldalfele terjedő vízszintes lemezeitől (4. ábra), melyek számára a porczogós toknak egy fajtáját alkotják, amiben a felsőbb rangú gerinczesekben önállóságra vergődött JACOBSON-féle *porczogónak* előzményeit látjuk képviselve. A mediál járulékos tömlőnek a főorrüreggel való közlekedése csak korlátolt helyre szorítkozik, azontúl pedig a kitüremlés lapított kerek hámcső alakjában egy darabon hátrafelé folytatódik az orrsövény mellett és az orrüreg szaglórésze alatt (*organ. Jacobs.*, 4. és 6. ábrák), amely azután szűkülve vakon végződik, egész hosszában kísérve a mediál ornyálkamirigytől (*gland. Jacobsoni*), mely a csöves-bogyós mirigyek osztályába tartozik, s bogyói hasonlítanak a savós mirigyekéhez. A nyálkamirigyek között a szagló-idegnek velőtlen pamatjait és vérereket is találunk (6. ábra). A hám a járulékos orrtömlő legnagyobb részén hasonló magas szaglóhám mint a főorrüregben, de ez a főüreggel közlekedő nyélben (*pars communicans*) alacsonyabb lesz, s egyszerű lélekzöhamba megy át.

A békafélék orrüregének belső falán mediánfelé fekvő járulékos tömlő mindenben megegyezik az emlőállatok JACOBSON-féle szervével. Nem egyéb ez az orrüreg érzéklő hámjának, illetőleg nyálkahártyájának medián- és hátrafelé irányult csőalakú kitüremlésénél az orrsövény hosszában és az orrüreg szaglórésze (*ductus olfactorius*) alatt. Eltérés az emlősök JACOBSON-féle szervétől csak a nagysági viszonyokban van, hogy t. i. a békafélékben a főorrüreghez képest nagyobb, ami abból magyarázható, hogy az orrüregnek egy járulékos kiöblösödését képezi, akár a homlok- vagy ékesonti öböl az emlősökben, melyek eredetileg szinte szaglóüregek voltak, mint azt a bennük előforduló szagló-kagylók bizonyítják; ezekbe is nehezebben jut a szagló részecskékkel telt levegő és pang, akár a JACOBSON-féle szervben.

Ha, nézetem szerint, a mediál járulékos orrtömlőben találjuk meg a JACOBSON-féle szerv minden anatomiai kellékét, akkor az oldalsó orrtömlőt nem lehet JACOBSON-féle szervnek tartani. SEYDEL az összes alsó járulékos orrüreget, tehát annak mediál és oldalsó részét is szembe állítja a főorrüreggel, s eszerint egészben véve egyértékesnek tartja a JACOBSON-féle szervvel; a mediál tömlőnek

csőalakú betüremlését SEYDEL nem is említi meg, s le sem rajzolja.* Azonban épen ama körülmény, hogy farktalan kétéltűeken az emlősök JACOBSON-féle szervével megegyező csőalakú érzéklőhámós képződmény van az orrsövény mellett, bizonyítja azt, hogy az oldalsó járulékos orrtömlő nem tartozhatik a JACOBSON-féle szervhez, hanem fekvése és egybehasonlítása a farkos kétéltűek járulékos oldalsó orrtömlőjével kétségtelenné teszik, hogy az a felső állcsonti öböllel egyértékes üreg (BORN), amit egyebek között az is bizonyít, hogy a porczogós orrtokon túl a felső állcsontba be-terjed, s felső falán van a könnyorrvezeték, mely azután elül bele is nyílik **; az oldaltömlőnek ezen viszonya a könnyorrvezetékhez ellentmond annak, hogy azt a JACOBSON-féle szervhez lehessen hasonlítani. Minthogy pedig az oldaltömlőt egészben véve alacsony lélekzőhám borítja, annak nem lehet más, mint lélekző jelentősége. Azon farktalan kétéltűeken, melyek időnként vízben élnek, az oldaltömlő a víz alá bukáskor levegőtömlő gyanánt szolgál; ami mellett egyebek között az is szól, hogy a tömlő a porczogós orrtokon túlmegy, s egy darabon lágyrészekből van köryezve, ennél fogva meg is duzzasztható. Érzéklőhámot ezen oldaltömlőben békában nem találtam, hanem helyette korlátolt terjedelemben aprósejtű szabálytalan halmazt, mely átöröklés útján jutott ide a farkos kétéltűekből, s hasonló értelmezés alá is esik, t. i. az orrüreg kibővülésével oldalfelé jutott szaglőhámnak csenevészett maradéka az, mely kiveszőfélben van.

A felsorolt okokból következik, hogy a JACOBSON-féle szerv kezdeti nyoma a farkos kétéltűekben lépett fel először, s áll az orrüreg szaglőhámjának az orrsövény felé hajló járulékos kiöblösödéséből, mely a fő szaglőüreg hámjától abban különbözik, hogy nincsenek benne BOWMANN-féle csöves mirigyek, hanem egy csövesbogyós nagyobb mirigyecsoport kivezető csövei nyílnak bele. Mint-hogy ezen viszony a JACOBSON-féle szerv szerkezetére minden állat-

* SEYDEL vizsgálatai az éti békára vonatkoznak, s ilyenről az 512. lap 19. B. ábrája után kellene a csőalakú JACOBSON-féle tömlőnek következnie. Úgy látszik, hogy SEYDEL figyelmet a következő metszeteken a csőalakú betüremlés elkerülte.

** A benyílás SEYDEL 512. lap 19. C. és D. ábráin látható (*Duct. nucholacr.*)

ban bélyeges, nem lehet azt mellékes körülménynek tartani, hanem okozati viszonyban kell lennie a JACOBSON-féle szerv működéséhez. A hig mirigyváladék a JACOBSON-féle hámtömlő üregét megtölti, s ennek következtében a szaglórészecskék a beszítt levegőből csak a mirigyváladék közvetítésével juthatnak az érzéklő hámsejtekhez. Hogy ezen közvetítésnek módosító befolyása van-e az érzéklésre, nem tudjuk megítélni, de valószínűnek vehetjük az állandó előfordulása és a JACOBSON-féle mirigy nagysága miatt, mely nem áll arányban a nedvesen tartandó felület mekkoraságával. SEYDEL a kilélekzett levegőnek, s így a szájüregbe felvett tápláló anyagoknak szaglási ellenőrzésében keresi a JACOBSON-féle szerv feladatát, s ezen nézetét arra alapítja, hogy kilélekzéskor a szájüregből a levegő a szájpad barázda irányában a belső orrlyuk felé halad, s onnan a járulékos orrtömlőn át áramlik előre. Minthogy azonban a szájpad barázda a levegőt csak az oldalsó járulékos tömlő felé irányítja, a JACOBSON-féle szerv pedig ellenkezőleg mediánfelé fekszik: emiatt a kiáramló levegőből kevés fog a mediál orrtömlőbe jutni, azért a SEYDEL-féle magyarázatot a szerv feladatáról nem lehet elfogadni. Valóbbszínűnek tartom, hogy a szaglóhámnak rejtettebb helyre való jutása azért van, hogy zavartalanabban végezze a működését, mint az a főorrüregben lehetséges, s valószínűleg fajlagos szagló érzéseknek huzamosabb kihasználása céljából vált a főorrüregből egy kisebb rész külön. A szaglási felületnek egyszerű nagyobbítása nem lehet a JACOBSON-féle szerv feladata, mert az emlősökben e szerv az orrüreghez képest kicsiny, s mégis állandóan megvan; azért a JACOBSON-féle szervet nem lehet a többi szaglóüregekben, pl. az emlősök homlok- és ékesonti öblében előforduló szagló hámfelület nagyobbodásával egybeazonosítani. Itt csakis fajlagos szagló ingerek érzékléséről lehet szó, olyanokról, amelyeket mi nem érzéklünk, mert az ember JACOBSON-féle szerve csenevész. Ennyinek a felvételére a JACOBSON-féle szerv anatómiai berendezése feljogosít, de nincs alap annak a megítélésére, hogy a szájüregbe felvett táplálékok szaglási ellenőrzése volna a szerv feladata, valamint felesleges elmélkedés volna annak a keresése, hogy miféle szagló érzéklés teszi a JACOBSON-féle szerv feladatát.

BEARD (4) azt állította, hogy a gerinczes állatok sokkal tökéle-

sebben differenciálódtak, hogysem bennök oly új szervek keletkezessenek, melyek a legalsóbb rangú gerincesekben már jelen nem volnának. Minthogy a farktalan kételtűek a porczogós halakhoz képest magasán szervezettek, s a JACOBSON-féle szerv első nyoma amazokban jelenik meg, kétségtelen, hogy BEARD állítása nem állja a helyét. Igaz ugyan, hogy a JACOBSON-féle szerv az orrüreg szaglóhámjának egy része, de annyira különálló, hogy új szervnek tekinthető. Csak a talaja közös az orrüregével, s ehhez olyan fejlődési viszonyban van, mint a maradó vese az ösvéséhez, mely utóbbi szintén amannak a hámjából nő ki.

3. Csúszómászók.

A csúszómászókban (*reptilia*) a JACOBSON-féle szerv a legnagyobb ellentétekben van kifejlődve, amennyiben némely fajtában csak a nyoma van meg, ellenben másokban oly tökéletes, hogy egy második alsó orrüreghez hasonlít. A krokodilfélékben HOWES (18), MEER (31), SLUITER (49) és RÖSE (42) megegyező leírása szerint csak a nyoma van meg, mint az orrüreg mediál falán a hámnak kis betüremlése; a teknősbékák között SEYDEL (44) szerint a szárazföldieken (*testudo graeca*) az orrüreg mediál falán kis horpadásból áll, ahol szaglóhám van, vízi teknősökben (*emys*) ezenkívül az oldalsó fal alsó részén és az orrüreg fenekén is van kis mező szaglóhámmal, tehát a JACOBSON-féle szerv mediál és oldalsó részből áll. Ezen egyszerű alakokkal szemben a gyík- és kígyófélékben (*lacertilia* et *ophidia*) igen tökéletes JACOBSON-szervet találunk, mint aminőhöz hasonló csak a csőrös emlősökben fordul elő. Ezen változatos viszonyok miatt helyén van, hogy a JACOBSON-féle szervet a csúszómászókban tanulmányozzuk a legpontosabban, azon reményben, hogy a változatos viszonyok miatt helyes nyomra juthatunk.

1. A krokodilfélékről azelőtt azon nézetet voltak, hogy JACOBSON-féle szervök egyáltalán nincs, de RÖSE némely fajtán (*crocodilus porosus*) kimutatta, hogy nyomai megvannak, de nem mint cső, hanem mint aláfelé nyílt félbarázda; egyszersmind azt is kiderítette, hogy embryokban a kitüremlés végén tömör kis hámcsap van, de ez csak néhány metszeten mutatkozik. Embryokban kis bemélyedésből áll, s az egész életen át megmarad mint barázda.

Ezen leírásból azt lehet következtetni, hogy a krokodilfélékben a JACOBSON-féle szerv csak bemélyedett hely az orrsövényen; tehát nem elesenevészés, hanem egyszerűbb állapot van jelen.

2. Igen érdekesek a *teknős csúszómászók*, amennyiben ezek a JACOBSON-féle szervet illetőleg, SEYDEL szerint, alsóbb fokon állnak, mint a békafélék, s közvetlenül csatlakoznak a farkos kétéltűekhez. Én a viszonyokat máskép találtam, mint SEYDEL, azonban lássuk előbb ezen szerző nézeteit.

Egyszerűbbek a viszonyok a *szárazföldi teknősökön*, azért SEYDEL ezekből indul ki. Ilyeneken (*testudo græca*) az orrüreg tornácsi része után jön az öblös főorrüreg, mely hátul a belső orrlyukkal a szájüreg tetején nyílik. A főorrüregnek az orrtornáczzal szomszédos részében a sövényen a középmagasság alatt rézsútos ráncz vonul hátra, s a sövény alsó darabján kis bemélyedett mezőt választ le, melyen ép olyan szaglóhám van, mint a sövénynek ráncz feletti részén; a ráncznak megfelelőleg külön bogyrós mirigy fekszik, s ama helyhez a szagló-ideg sövényi ága küld szálat. Mindezeket az orrüregnek harántmetszetén jól meg lehet ismerni, valamint azt is, hogy a kérdéses kis mezőn csöves (BOWMANN-féle) mirigyek nincsenek, s hogy az elválasztó ránczon közömbös lélekzöhám, a bemélyedésben pedig szaglóhám van. Az említett viszonyok miatt SEYDEL azon nézeten van, hogy a ráncz alatti bemélyedésben fekvő szaglóhám teszi a szárazföldi teknősök JACOBSON-féle szervét, s ez olyan egyszerű állapotú, mint a farkos kétéltűeké, csak hogy az utóbbiakban az orrüreg oldalsó falán, ellenben a szárazföldi teknősökben a mediál falon van. Az áthelyeződést SEYDEL az előfej viszonyaiból magyarázza: ez ugyanis a kétéltűekben haránt irányban lapított, ellenben a teknősökben függélyes irányban megnyúlt, ennek következtében az orrüreg azon része, mely a kétéltűekben oldalfelé fekszik, a teknősökben a mediál falra jutott, s ezen átídomulással együtt a JACOBSON-féle szerv is mediánfelé áthelyeződött.

Mocsaras teknősökben (*emys europæa*, *chrysemis picta*), SEYDEL szerint az előfej és az orrüreg alaki viszonyai egészben véve megegyeznek a szárazföldi teknősökkel, csak a mikroskopi viszonyokban van eltérés, amennyiben szaglóhám nemcsak a boltozaton és a sövényen van, hanem az utóbbi helylyel szemben az

orrüreg oldalsó falának alsó részén is, s ez utóbbit hasonló csekély redő választja el a felső tájéktól, mint a sövényen; mindkét helyen a sövényen egyszerű hengerhám van, mely a szaglótájék érzéklőhámját elválasztja a lélekző tájékban fekvő szaglóhámától. Eszerint a szagló területek a mocsaras teknősökben az orrüreg felső és alsó részén vannak elhelyezve, tehát szaglóhám van nemcsak a szaglótájékban fenn (*regio olfactoria*), hanem a lélekzőtájékban (*regio respiratoria*) is lenn, t. i. korlátolt helyen a sövényen, s vele szemben az oldalsó falról leterjedőleg az orrüreg fenekén, melyeket a szaglótájék érzéklőhámjától az üreg felé kiemelkedő és lélekzőhámmal takart alacsony redők választanak el. SEYDEL az alant fekvő lélekzőtájék összes érzéklőhámos mezejét JACOBSON-féle szervnek tartja, s azt *oldalsó és mediál résznek* (*pars lateralis et medialis organi Jacobsoni*) nevezi. Hogy ennek az oldalsó része is ide tartozik, e nézetet arra alapítja, mert bizonyos farkos kétéltűekben (*siren lacertina*) is oldalsó és mediál tömlőből áll a JACOBSON-féle szerv, azonkívül az oldalsó részhez is a szaglóideg mediál (sövényi) ágai küldenek rostokat. Az egész berendezés szükségességét SEYDEL abból magyarázza, hogy a kilélekzett levegő (vízi teknősökben az orrlyukon kifecskendezett víz) a felvett tápláló anyagok szaglási minőségére érzékelhető legyen, mert az orrüreg berendezése olyan, hogy belélekzéskor a levegőáram a szaglótájékon, ellenben kilélekzéskor inkább a lélekző tájékon áramlik végig, s emiatt az orrüreg alsó részén is szükség volt a szaglóhám megmaradására.

Mocsaras teknősök közül egy *emys* fejét harántmetszetekre felbontottam, s orrüregének szerkezetét egészben véve olyannak találtam, mint ahogy SEYDEL leírta, csak hogy én jól kifejlődött *csőalakú* JACOBSON-féle szervet is találtam az orrsövényen, amely nem tudom, hogy mi okból, SEYDEL figyelmét elkerülte épen úgy, mint fennebb a békafélék csőalakú JACOBSON-féle szerve. Úgy látszik, hogy SEYDEL a JACOBSON-féle menetet a mediál orrmirigy kivezető csövének tartotta, azonban ezen csőnek oly jellegző viszonyai vannak, hogy egyszerű mirigyvezetékkel épenséggel nem cserélhető fel.

Ha ugyanis a metszeteket elülről hátrafelé vizsgáljuk, úgy az orrtornác mögötti tájékban először az orrsövény alsó harmadán

rézsút felemelkedő nyálkahártyaránczot találunk, amely homorulatát lefelé fordítja, s így az orrsövénynyel az orrüreg lélekző része felé fordult öblöt fog közre. Ezen öbölben épen úgy, mint az orrüreg fenekén és oldalsó falán is réteges szaglóhám van, de ezt az alsó fal oldalán és feljebb az oldalsó falon kiemelkedő alacsony nyálkahártyaránczok 3 mezőre osztják, amely mezőket SEYDEL mediál és oldalsó JACOBSON-féle szervnek tartott. Hogy e magyarázat nem helyes, kiderül abból, hogy a sövényen csőalakú JACOBSON-féle szerv is van, mely a sövényi redő homorúlatába nyílik, s amelynek viszonyait a következőnek találtam.

Ha a harántmetszeteket az orrtornác után következő részből átvizsgáljuk, akkor a sövényredő által képezett homorulatban a sövény nyálkahártyájában peteidomu átmetszetű jelentékeny hámcsövet találunk (0.4—0.5 mm. magas és 0.25 mm. széles; hámfala 0.09—0.10 mm.), amelynek fala oszlopalakúlag megnyúlt 3—4 réteges hengersejtekből áll. A cső elül szűkülve a sövényen a hámat rézsút átfúrja, s innen hátrafelé folytatódva eleinte félivalakú bogyós kitüremléseket kap, azután jelentékeny bogyós mirigybe folytatódik. Így látszólag a menet ezen mediál orrmirigy kivezető csövét teszi, azonban fekvése, nyílása, de különösen szöveti szerkezete amellet tanuskodnak, hogy a menet azonos a békafélék és felsőbbbrangú gerinczesek JACOBSON-féle menetével, s a hátulsó végén fekvő mirigy azonos a JACOBSON-féle mirigygyel.

SEYDEL és az én felfogásom között az a különbség, hogy én az orrüreg oldalsó és alsó falán a lélekzőtájékban fekvő szaglóhámos mezőt nem tartom a JACOBSON-féle szervhez valónak, hanem csak az érzéklő hámcsövet a sövényen, hogy ezen értelmezéssel megmaradjon a kapocs az emlősökhöz, melyekről a JACOBSON-féle szerv fogalma származott. Ezen tényleges adattól eltekintve, SEYDEL magyarázatának megvannak a hiányos oldalai. SEYDEL ugyanis azt mondja, hogy a szaglóhámnak megmaradására a lélekzőtájékban a kiáramló levegő vagy víz szaglási bírálata céljából volt szükség, mely főleg a lélekzőtájékot söpri végig. Azonban át nem látható, miért áramlik ez a vízi teknősökben az összes lélekzőtájékon végig, ellenben a szárazföldi teknősökben egyedül a mediál részén, holott orrüregüknek berendezése ugyanaz, eltekintve attól, hogy magyarázatát nem találjuk annak, miért

terjedelmesebb a lélekzõtájék szaglόμεzeje a vízi teknösökben, mint a szárazföldiekben. Kifogás alá esik SEYDEL-nek azon magyarázata is, hogy a JACOBSON-féle szerv azért jutott a szárazföldi teknösökben a mediál falra, mert a kétéltűekben haránt irányban lapított orrüreg a teknösökben függélyes irányban megnyúlt idomba alakult át. Ha ezen állítás alapos volna, akkor a JACOBSON-féle szervnek a teknösökben az orrüreg fenekén kellene feküdnie, mert ez felel meg SEYDEL szerint a kétéltűek oldalsó tömlőjének. Ezek olyan ellentmondások, melyek arra indítanak, hogy az orrüreg átváltozott alaki viszonyait e kérdés birálatánál figyelmen kívül hagyjam, valamint a levegőáramlási viszonyoktól is eltekintsek, és egyedül alaki, valamint fejlődési alapokon magyarázzam a JACOBSON-féle szerv viszonyait, ezek pedig arra indítanak, hogy csak az orrsövényen fekvő érzéklő hámsövet tartom JACOBSON-féle szervnek, ellenben az orrüreg oldalsó falának alsó részén és fenekén levő érzéklőhámot, mely csak a vízi teknösökben fordul elő, a kétéltűek járulékos oldaltömlőjével hasonlítom egybe, ez pedig nem tartozik a JACOBSON-féle szervhez, hanem az állcsonti öböllel egyértékes képződmény.

SEYDEL ősiebbnek a szárazföldi teknösökben előforduló viszonyokat tartja, mert ezekben a szaglómező kisebb, s egybe-hasonlítható a kétéltűekben előforduló viszonyokkal; a vízi teknösök orrürege SEYDEL szerint módosult viszonyokat mutat alkalmazkodás következtében az életviszonyokhoz, ami miatt nagyobb szaglófelületre van szükség a lélekzõtájékban. Azonban nézetem szerint a kétéltűek orrüregének alsó oldaltömlője az állcsonti öböllel egyértékes, melynek erős fejlettségére ezen állatoknak víz alá bukásukkor a levegő befogadására van szükségök. Farkatlan kétéltűekben az oldaltömlőnek vak zugában van a szaglóhám (eltekintve a szaglótájék érzéklőhámjától), békafélékben a mediál járulékos tömlő csőalakú betüremlésében (az embryoi középső homloknyúlványban), s ez teszi az emlősök JACOBSON-féle szervével egyértékes képződményt. Teknösök közül a víziek orrürege az összes berendezést illetőleg nagyjából megegyezik a békafélék orrüregével, azaz a lélekzõtájékban van mediál és oldalsó hámmező, az egyik a sövényen, a másik az orrüreg oldalsó falán, tehát ezek az embryoi középső homloknyúlványban és a felső állcsonti nyúl-

ványban vannak elhelyezve. Ezeknek figyelembe vételével helyesebbnek tartom a viszonyokat vízi teknősökön úgy magyarázni, hogy a mediál homloknyúlvány (orrsövény) alsó részén fekvő érzéklő-hámcső felel meg a JACOBSON-féle szervnek, ellenben a felső állcsonti nyúlványra jutó érzéklő hámbemélyedés, mely onnan az orrüreg fenekére is leterjed, azonos a farktalan kétéltűek oldaltömlőjében (állcsonti öblében) fekvő szaglómezővel. Az eltérés a kétéltűektől csak formai, amennyiben teknősökben nem képződik jelentékeny oldaltömlő, s a JACOBSON-féle érzéklő-hámmező a mediál falon védetebb helyre jut, azonban egyértékességét ezen szervvel a fejlődése, a szomszédságában fekvő mirigyek, a szaglóideg szálai és érzéklőhámja eléggé bizonyítják. Az érzéklőhámnak a lélekzótájék oldalsó falán való megmaradását a vízi teknősökben öröklési viszonyokból magyarázom, ami kapcsolatban áll a kétéltűekben előforduló viszonyokkal. A farkos kétéltűekben az oldaltömlő vak zugán van érzéklőhám, farkosakban a mediál tömlőben, és így találjuk ezt a vízi teknősökben is. Hogy ezen megmaradásra nagyobb terjedelemben a kilélekzett levegőnek vagy víznek érzéklése volt befolyással, azt eldönteni nem lehet, mert ha ebből akarnók magyarázni, azon másik kérdéssel állunk szemben, miért esett ki e szükség a szintén vízi életű krokodilfélékben, amelyekben a JACOBSON-féle szerv csenevész. Ha ily különbségek eltérő viszonyú állatfajtákban fordulnak elő, úgy azokat a módosult életfeltételekből valamiképen megmagyarázhatjuk, de ha ugyanazon csoport fajtaiban találjuk, akkor nem helyes a magyarázatot olyan felvételre (a kilélekzett levegő szaglóérzéki ellenőrzése) alapítani, melyről úgy látjuk, hogy ugyanazon csoport fajtaiban egyformán érvényben van.

Azon nézetem vagyok, hogy működési szempontból egymagából a JACOBSON-féle szerv eltérő viszonyait a különféle állatosztályokban magyarázni nem lehet. A működési magyarázat veleje mindig hasznossági alapokon nyugszik, s ezen elv útján könnyen a teleologia lejtős ösvényére juthatunk, melynek értelmében csak az tökéletesedik az állatokban, amire szükségük van, a többi pedig a változott életmód következtében elcsenevész. Ezen elv csak általánosságban állja meg a helyét, mert vannak szervek, melyek alakilag többé vagy kevésbé tökéletes állapotban megmaradnak,

anélkül, hogy feltétlen szükségöket ki tudnánk mutatni, pl. az agyalapi mirigy, belső mellmirigy, mellékvese, s ezeknek osztályába tartozik a JACOBSON-féle szerv is. Ha a madarak nélkülözhetik a működését (v. ö. alább), s a krokodilféléknek elég a csenevész állapotú JACOBSON-féle szerv: nem tudjuk magyarázni, mi szükségük van rája a rokon szerkezetű és életmódú teknősöknek, s miért még tökéletesebb az a gyík- és kigyófélékben. Hogy a jelenlétének valamely oka van, azt nem fogja senki sem vitatni, de hogy a levegőáramlás viszonyaiból nem lehet a jelenlétét magyarázni, az tágabb alapokon nyugvó egybehasonlító anatomiai vizsgálatok alapján kétségtelen.

Ha ezekután azon megállapodásra jutunk, hogy működési okokból a JACOBSON-féle szerv változatos viszonyait az eddig ismert tények alapján magyarázni nem lehet, akkor addig, míg ilyen okok kimutatása sikerülni fog, nem marad más hátra, mint arra gondolni, hogy a JACOBSON-féle szerv az orrüregnek olyan járulékos része, melyre működési szempontból okvetlen szükség nincs, az csak hasznossági okokból van meg (bematóbb kihasználása a szagló működésnek, vagy fajlagos szagok érzéklése), s mint ilyen a természet azon állatosztályban, melyben a legnagyobb átalakulások léptek fel, t. i. a csúszómászókban, kísérleteket tett, épúgy, mint a képfaragó művész, midőn tanulmányokat végez valamely eszme megvalósítására, nem mindjárt találja meg a jó modellt, vagy ha eleinte megtalálta, kevésbé sikerülteket is megkísért, de felismerén ezeknek értéktelenségét, visszatér az eredeti eszméhez, vagy egy ideig egészen abban hagyja az alakítást. A farktalan kétélűek és teknősök JACOBSON-féle szerve szerintem azonos anatomiai berendezésű, mint az emlősöké, amiből azon következtetésre vagyunk jogosítva, hogy ez a helyes minta az említett hasznossági működések ellátására. Működés tekintetében farkos kétélűekben és vízi teknősökben az orrüreg oldaltömlőjében fekvő szaglóhám is talán hasonló, mint a medialis falon levő szaglómező, de utóbb a medialis falon fekvő érzéklőhám mező mutatkozott a kívánt működésre alkalmasabbnak, azért ez tartódott meg, az oldaltömlő érzéklőhámja pedig egészen elmaradt. Aközben a JACOBSON-féle szerv fejlődése némely fajtában hiányos lett, azután abbamaradt, amiből ezen állatok életviszonyaira hátrány nem haramlott, mert ezen szerv-

nek nincs életszükségleti jelentősége. Az elcsenevészés megindult már a csúszómászókban, nevezetesen a teknősökben és a krokodilfélékben; az előbbieknél JACOBSON-féle szerve nem a legegyszerűbb állapot, mint azt SEYDEL hiszi, hanem már visszafejlődésből magyarázandó, ami a krokodilokban fokozódott, s teljességben érvényre jött a madarakban. Mindkét fajta (teknősök, krokodilfélék) nem közvetlen folytatások az alsóbb rangúaktól az emlősökhöz, hanem mellékágak. Az egyenes folytatás a jól fejlett JACOBSON-féle szervvel bíró csúszómászóktól (gyíkok, kigyók) a legalsóbb rangú emlősökhöz: a csőrös állatokhoz vezet, azért találjuk ezekben a JACOBSON-féle szervet oly tökéletességben, mint a kigyó- és gyíkfélékben, sőt anatómiai berendezése is megegyezik ezekével, amiből arra lehet következtetni, hogy egyforma működéseket is végez. Ezen kérdésről később fogunk értekezni, ha a többi gerinces osztályokat is átvizsgáltuk, s most a tökéletes JACOBSON-féle szervű csúszómászókat: a kigyókat és gyíkféléket fogjuk leírni.

3. *Kigyó- és gyíkfélékben (ophidia et lacertilia)* a JACOBSON-féle szerv akkora, hogy a főorrüregnek körülbelül $\frac{1}{3}$ részét teszi, úgy, hogy harántmetszeten alsó járulékos orrüreg képét adja (7. ábra). Ez nagysága miatt már a régibb bűvárok figyelmét felkeltette, s legelőször STANNIUS * említi meg, hogy némely nagy külföldi kigyófajtán (python, trigonocephalus) az orrüreg fenekén egy járulékos üreget észlelt, mely valószínűleg azonos a JACOBSON-féle szervvel. Láttam ezt már 1839-ben RATHKE ** is siklóembryokon, csak hogy nem ismerte meg a jelentőségét és mirigynek tartotta. STANNIUS után némethoni csúszómászókon (lacerta, anguis) LEYDIG (29) írta le 1872-ben, s minthogy STANNIUS leírása elkerülte a figyelmét, magának tulajdonította a felfedezést, s azt járulékos szaglőüregnek tartotta. Leírta azt még BORN (6) és WRIGHT-RAMSAY (53), és ismét visszatért a tárgyra az idén LEYDIG (30). Saját észleleteimet a következőkben foglalom egybe.

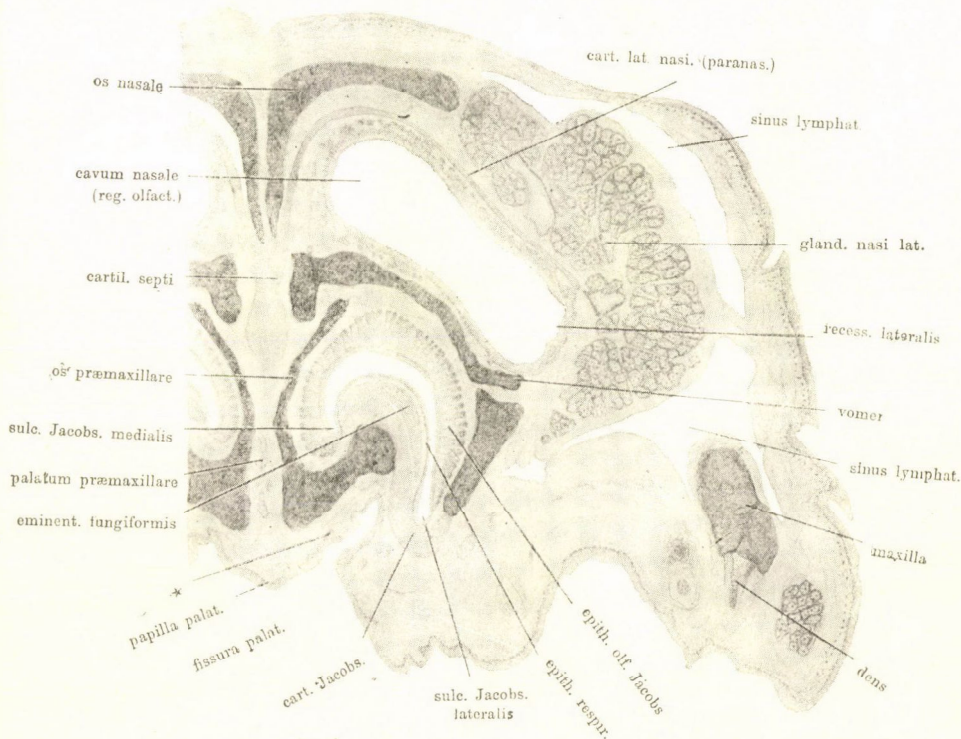
A porczogós orrtok a kigyó- és gyíkfélékben megtartódik az

* STANNIUS, Handb. d. vergl. Anatom. d. Wirbelthiere. Frankfurt, 1854.

** RATHKE, Entwicklung d. Natter. 1839.

egész életen át, de csak az orrsövényben (*cartilago septi*, 7. ábra) és az orrüreg tetején van meg vékony lemez képeben (*cart. lat. nasi* [*paranasalis*]), azonkívül a JACOBSON-féle szerv alapján (*cartilago Jacobsoni*). A fedőcsontok a JACOBSON-féle szerv tájékán az orrcsontból (*os nasale*), felső állcsontból (*maxilla*), és állalótti

7. ábra.



A sikkó (*coluber natrix*) orrüregének haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv közep-részenek tájékából.

csontból (*os præmaxillare*) állnak, mely utóbbi különálló a jobb és baloldal számára, s mediánfelől keríti be a JACOBSON-féle szervet. A külső orrlyuk után következik az orrtornác (vestibulum nasi), azután a piskótaidomú átmetszetű főorrüreg (*cavum nasale*), melynek tetején és onnan leterjedőleg egy darabig szaglóhám

van, ellenben a fenéken és a lélekzõtájékban csillogószőrös alacsonyabb hengerhám, az alsó oldalsó zugban pedig sok világos protoplasmájú kehelysejt fekszik (*recess. lat.*). Hátrább az orrüreg felső-oldalsó faláról az üreg felé kagylóidomú betüremkedés nyúl be (*eminentia conchalis*), a csúszómászók egyetlen kagylója (SOLGER),* melyben az orrüreg oldalsó falán és részben a tetején fekvő oldalsó orrmirigy (*gland. nasi lat.*, 7. ábra) fekszik. Ezen hatalmas csöves-bogyós mirigy a kagylóalakú behajláson túl is kiterjed az orrüreg tetejére (7. ábra), s tömegére nézve majdnem akkora, mint maga az orrüreg; kivezető csöve az orrtornácba nyílik. A mirigyen túl tág bőralatti nyiroküregek vannak (7. ábra, *sinus lymphaticus*).

Az orrüreg fenekének viszonyai elül a JACOBSON-féle szerv szomszédságában gyík- és kigyóféléken bonyodalmasak. Ennek egyik oka a szájpád viszonyaiban van. Ugyanis az orrüreg fenekét a JACOBSON-féle szerven túl hátrafelé eső tájékban nem az állcsont folytatásában fekvő felső állcsonti szájpád alkotja, hanem a fenék és a kétoldaltól benyúló állcsonti szájpádnívány (*processus palatinus maxillae*) között Y-alakú hasadék van (*fissura palatina*), mely nem magyarázható másképen, mint úgy, hogy az orrüreg fenekét a megmaradt embriói elemi szájpád képezi (*palatum primarium*), mely az arcz megnyúlásával hosszanti irányban megnőtt, s ennek következtében az elemi belső orrlyuk hátrahelyeződött. Aközben a megnyúlt elemi szájpád alatt a felső állcsonti níványok folytatásában előfelé, s egyszersmind mediánfelé nőttek mindkét oldalon a másodlagos szájpádok (vagy szájpádníványok; *processus palatinus maxillae*) s ezek az elemi (állelőtti) szájpáddal mindkét oldalon rézsút fekvő hasadékot fognak közre (*fissura palatina*), amelyek a középsikban függélyes kurta szárral a szájúreg tetején nyílnak. Eszerint hasadt szájpád van jelen, de ez elülről hátrafelé egész a belső orrlyukig terjedőleg nem vezet az orrüreg fenekére, hanem attól a megmaradt elemi szájpád (*palatum primarium*) választja el. Hátrább a belső orr-

* SOLGER B., Beitr. z. Kenntniss d. Nasenwandung u. bes. d. Nasenmuscheln d. Reptilien. Morphol. Jahrb. I. 1876.

lyuk a hasadék oldalsó szárának tetején nyílik mindkét oldalon. Elül a szájpaddhasadék (7. ábra, *fiss. palat.*) az állsont metszői része mögött a szájpadi szemölcs (*papilla palatina*, 7. ábra) tájékán indul ki, itt a hasadék mindkét oldalon még kurta; s harántmetszeten olyan képet ad, mint emlősökön a megmetszett STENSON-féle csövek; de sorozatmetszeten meg lehet győződni, hogy a STENSON-féle csövekhez hasonló menetek hosszabbodnak, s a szájpaddhasadék oldalsó száraiiba folytatódnak. A szájpaddhasadék elülső kurta részén, ott, ahol ez a szájpadi szemölcs mellett fekszik, nyílik mindkét oldalon ezen szemölcs mellett a szájpaddhasadékok kezdetétől mediánfelé a JACOBSON-féle szerv szűk menettel.

A JACOBSON-féle szervtájékaról vett harántmetszeten fürgegyikből vagy siklóból (7. ábra) látjuk a középsikban az orrüreg folytatásába eső szájpadi szemölcsöt (*pap. palatina*), melynek oldalán a szájpaddhasadékok (*fiss. palatinae*) tartanak fel- és részint oldalfelé. A jobb és baloldali szájpaddhasadék tetején van az elemi szájpadd (*palatum praemaxillare*, 7. ábra), melyben középett a kampóalakú állelőtti csontok fekszenek (*os praemaxillare*), sennek oldalán, az orrüreg fenekén a JACOBSON-féle szerv alatt \hookrightarrow -alakúlag görbült porczogót találunk (*cartilago Jacobsoni*); ez a porczogós orrtoknak azon része, mely a porczogós orrsövényhez vonuló híd elsorvadása után az elemi szájpaddban visszamaradt, tehát *Jacobson-féle porczogó* (*cartilago paraseptalis*, SPURGAT). Ezen \hookrightarrow -alakú porczogó mediál domborulata a JACOBSON-féle szerv alapján fekszik az állelőtti csont oldalsó kampója felett, s a JACOBSON-féle szerv alapját dombalakban beemeli ezen szerv ürege felé, ami harántmetszeten gombaidomúlag kiemelkedő szemölcs képét adja, azért ezt *gombaidomú duzzanatnak* (*eminentia fungiformis*) fogom nevezni. A JACOBSON-féle szervnek kettős fala van, akár egy bélálczának (gastrula): vékonyabb hámboríték van a gombaidomú duzzanaton, s vastag hámboríték van a felső falon. A szerv ürege félholdalakú, s a félhold szárai erősen lehajolnak, jobban az oldalsó, mint a mediál szár; ezen lehajló szárok csücsán van a kétféle hámnak — érzéklőnek és lélekzőnek — egymásba való áthajlása, úgy, ahogy a hasonlatkép felhozott gastrula száján a belső hámlemez a külsőbe áthajlik. Az áthajlási zugokat *mediál* és *oldalsó Jacobson-féle ba-*

rázdának (sulcus Jacobsoni medialis et lateralis) fogom nevezni. A JACOBSON-féle szerv elülső harmadának tájékán a mediál JACOBSON-féle barázda csúcsa S-alakban lehajlik, s a szerv kivezető csövébe megy át, melyet feljebb hengerhám, a szájpardon való nyílásán réteges lapos hám takar (a nyílás azon kis hámbehúzódáson fekszik, mely a 7. ábrán * -gal van megjelölve); e helyhez húzódik le hátrább fekvő metszeteken a mediál JACOBSON-féle barázdától a kivezető cső.

Mínthogy a vezeték S-alakú görbületben halad, s igen szűk, harántmetszeteken csak ritkán kapjuk meg egész hosszában, hanem a felső, vagy az alsó vége van találva; az alsó vége a szájpadi szemölcs mellett nyílik szűk lyukkal. Ezen leírás értelmében a JACOBSON-féle szerv kivezető csöve nem az elülső végén nyílik a szájüregbe, hanem valamivel hátrább vezet le a kivezető csöve; e tekintetben a kigyó- és gyíkfélék JACOBSON-féle szerve más állatokétól eltér, nemkülönben eltérés van abban is, hogy a nyílás nem az orrüregbe, vagy a STENSON-féle vezetékbe, hanem a szájüreg tetején van, közel a szájpadhasadék elülső végéhez, mely e helyen még kurta, és rézsút tart a JACOBSON-féle szerv gombaidomú domborulata alatt oldal- és felfelé. Különös a hám berendezése is, amiről pontos vizsgálatokból a következő felvilágosítást nyertem.

A gombaidomú duzzanatot takaró alsó hámréteg alacsony, s kétrétegű hengersejtekből áll (*epithelium respiratorium*, 7. ábra), melyek közül a felületesek hosszú csillogószőrökkel vannak ellátva, ezen hám tehát olyan, mint az orrüregben a lélekzőhám. Figyelemre méltó sajátsága a felületes világos protoplasmájú hámsejteknek az is, hogy a csillogószőrök ZENKER-féle folyadékkal kezelt metszeteken a visszahúzódás különféle szakait mutatják, s némely helyen oly alacsony és majdnem egynemű szegély takarja a hámsejteket, mint aminő a bélhámsejtek bőrszegélye (cuticula). Más helyeken átmenő alakokat láthatunk: a szegély magassága a két állapot között van és finoman csíkos, de az egyes csillogószőröket nem lehet egyenként oly jól megismerni, mint amely helyeken azok hosszúak. Ezen képekből azt következtetem, hogy a csillogószőrök megrövidülőképes szabad protoplasmaszálak, melyek rövidülés közben kiszélesednek és oly közel jutnak szomszédjukhoz, hogy hézagaik finom csikoknak látszanak.

Ezen észlelet megerősíti THANHOFFER-nek* a béka belén tett azon felfedezését, hogy a hámsejtek bőrkeszegélye nem egyéb megrövidült csillogószőröknél, mely nézethez mások is járultak (FORTUNATOW stb.). A gyík- és kigyófélék JACOBSON-féle szervének lélekzőhámja különösen alkalmas ezen tétel helyességének bebizonyítására, mert itt egymásutáni sorozatban lehet az átmenő alakokat látni, s emiatt azon ellenvetések, melyeket némelyek THANHOFFER felfedezése ellen tettek, elesnek. A csillogószőrök különféle állapotát abból magyarázom, hogy a rögzítő folyadék (ZENKER-félét használtam) nem egyforma gyorsan hat be: amely helyeket rögtön érte, ott a csillogószőrök szépen megmaradtak mint külön finom szálak, ellenben a később érintett helyeken behúzódtak. Minthogy pedig a test egyéb helyein nem ily érzékenyek a csillogószőrök, ebből azt kell következtetni, hogy vannak ellentállóbb, és igen érzékeny csillogószőrű hengersejtek. A kigyó- és gyíkfélék JACOBSON-féle szerve a határon áll a két alak között, mert rögzítő folyadékkal meg lehet tartani, ami tudvalevőleg a felsőbbbrangú állatok bélhámsejtjein nem sikerül.

Még érdekesebb a JACOBSON-féle szerv felső falának szerkezete (*epithelium olf. Jacobsoni*, 7. ábra). Ezen fal domborulata felfelé van fordítva az orrüreg feneke felé, ahol felette a ekecsont (*vomer*) van, homorulata pedig a JACOBSON-féle szerv ürege felé irányul. A hám vastagsága itt jelentékeny (fiatal siklón 0.4—0.5 mm.), s két főrétegből áll: külső vastag magvas rétegből (0.36—0.40 mm.), és az üreg felé fordult vékonyabb rétegből (0.04—0.05 mm.), mely utóbbi az orrüreg szaglóhámjához hasonlít. A két réteg között vízszintes irányban sűrű hajszálrecze terjed el, melynek jelenléte HERDENHAIN-féle vaslakkfestéssel jól kimutatható, akkor t. i. a vérsejtek megfeketednek és az erek felismerhetők lesznek. Ezen hajszálreczéből ágak mennek a magvas rétegen át sugaras irányban nyálkahártyába.

Hogy a JACOBSON-féle szervnek szóban levő falán van elhelyezve az érzéklő-hámréteg, aziránt kétség nem lehet, tekintve azt, hogy odamennek felülről lefelé a szagló-ideg szálai. A fúrge gyíkon

* THANHOFFER L., A békanyombél felhámsejtjeinek csilló mozgásai ról. Orvosi Hetilap, 1872.; Adatok a zsírfőlszívódáshoz. Magyar tud. akad. kiadványa, 1873.; PFLÜGER's Archiv. 1874.

ezek hátulról jutnak a JACOBSON-féle szervhez, s azért homlokirányú metszeten a JACOBSON-féle szerv tájéka mögött az orrsövényen harántul átmetszve találjuk a majdnem gyűrűvé záródott JACOBSON-féle porczogó felett a szagló-ideget. Ellenben kigyókon (a siklónak — *coluber natrix* — majdnem teljesen kifejlett embryoit vizsgáltam meg) a JACOBSON-féle ideg hatalmas törzsből áll, mely a messze előfelé terjedő szagló agykarélyból majdnem függélyesen halad le a JACOBSON-féle szervhez, s oly vastag, mint annak a fele; alant az ideg két vastag törzsre oszlik, melyek az érzéklő hámboríték mediál és oldalsó részére hajolnak át, s kisebb pamatokra oszolva betérnek a hámborítékba.

Ezen hámboríték üregi felszínén egészen egynemű, magnélküli, s sugaras irányban finoman csikos réteg van; ezen egynemű csik a megnyúlt pálczikaalakú érzéklőhámsejtek környéki magnélküli részétől származik. A hámboríték szabad felszínét vékony hártya takarja, amely azonos a BRUNN-féle határhártyával (*membrana limitans olfactoria*). A hártyán túl bőrkyszerű sima szegély van, ami az érzéklőhámsejteknek finom és kurta szőralakú nyúlványaitól származik. Az érzéklőhámsejtek megnyúlt keskeny magvai az egynemű világos szegély után következnek 2—3 rétegben, s minthogy ezen magvak festő folyadékokban sötétebben színeződnek, mint a környéki magvas réteg magvai, azonnal szembe-tűnnek. A megnyúlt érzéklő hámsejteken túl következő magvas réteg 0.36—0.40 mm. vastag, tehát jelentékeny, s hosszanti kötegekbe van rendezve, melyek felületes vizsgálatnál oly képet adnak, mintha csöves mirigyek volnának. BORN (6) ilyeneknek tartotta, azonban LEYDIG már régebben (29), és most megjelent értekezésében is (30), ezen képződményeket az érzéklőbimbókhoz hasonló képződményeknek tartja. Saját vizsgálataimból eziránt következő eredményre jöttem, megjegyezve, hogy azokat a fürge gyíkon és érett sikló-embryokon, valamint ilyennek kifejlett példányain is végeztem ZENKER-féle folyadékkal.

Gyíkon a kötegalakú berendezés kevésbbé szembetűnő, sőt vannak helyek, nevezetesen a JACOBSON-féle szerv elülső és hátulsó részén, ahol a kötegalakú berendezés elmosódott; ahol pedig megvan, ott a sejtkötegeket a szagló-idegnek benyomuló pamatai és kevés kötőszövet választják el. Ellenben kigyókon a

kötegek igen szembetűnőek (7. ábra), s olyanok, mint lapított bimbók, melyek mindegyike 4—7—8 sejtsorozat vastagságú; egy-egy köteg környéke oly éles, mintha tulajdon mirigyhártyája volna ott, de ez csak a környező kötőszövevtől van; a kötegeket a szagló-ideg felhaladó szálai és kötőszövet választják el. Üreg a kötegekben nincs, s alapjuk legömbölyített, felső keskenyedő végök pedig az érzéklőhámréteggel egybefolyik, csak a fennebb említett hajsza-reczeréteg tesz a kétféle képződmény között határt; mirigykivezető-cső-féle üreget a kötegekben látni nem lehet. Legjobban meg lehet erről győződni a JACOBSON-féle szerv elülső vagy hátulsó részéről vett harántmetszeteken, ahol a kötegek sugaras elhajlásuk miatt harántul vannak megmetszve; mindannyian tömörek azok, s üregnek nyomai sincsenek jelen.

Mindezek alapján kétségtelen, hogy ama sejtkötegek nem lehetnek mirigyek, s e tekintetben tökéletesen osztom LEYDIG nézetét, azonban nem fogadhatom el azon állítását, hogy ezek érzéklőhambimbók, s olyanok, mint a csontos halak és triton szaglóhámján és a békafélék nyelvén az ízlelő szemölcsökön vannak; valamint LEYDIG-nek azon nézetét sem látom bebizonyítottnak, hogy ezen érzéklőhambimbók elválasztó szerepűek. Hogy nem érzéklőbimbók, mutatja a szerkezetök, mert csupa protoplasmaszegény kerek sejtekből állnak, akár a kisagyvelő vagy látóhártya magvas rétegének setjei. Azonkívül a gyikon észlelhető bizonytalan szétválasztás és helyenkénti egybefolyás is az érzéklőbimbók ellen szól. Ha mindezekhez hozzáveszem azt, hogy jól fejlett JACOBSON-szervű emlősállatok némelyike, pl. az egér fejének harántmetszetén egészen hasonló képet kapunk, mint a gyikon, azaz ezen is a megnyúlt érzéklőhámok alatt magvas réteg következik (11. ábra): úgy azon következtetésre jutok, hogy a szóban levő réteg nem egyéb apró idegsejteknél, melyek odatartoznak az érzékhamokhoz, és ennek mélyebb rétegét képezik. Hogy ezen sejtréteg némely fajtában, pl. a kigyókban kötegalakú berendezésű, az mellékes jelentőségű, tekintettel arra, hogy azon képet csak a felszálló idegek és kötőszövet okozzák. Épen az idegeknek rendkívüli gazdagsága bizonyítja azt, hogy az említett magvas réteg idegsejtekből áll, mert a magvas réteg felett fekvő megnyúlt érzéklőhámréteg vékonysága nincs megegyezésben a JACOBSON-féle ideg vastagságával. Az ideg

pamatjai a magvas rétegbe benyomulnak, s finom szálakra oszolva az egyes sejtek között elágaznak, azután ott végfonatokkal végződnek. Hasonló itt a viszony, mint a látóhártyában: az érzéklőhámsejtek nyúlványai a magvas rétegben végződnek, másrészt a magvas réteget körülfonó velőtlen pamatok elvezetik az ingert a központba. Ez csak következtetés, alapítva a látó- és hallószerv viszonyaira; helyessége GOLGI-féle kezeléssel volna eldöntendő; ilyeneket emlősállatokon több esetben megkísérlettem, de kielégítő eredményt nem kaptam, valószínűleg azért, mert kifejlett állatokat vizsgáltam.

A kigyó- és gyíkfélék JACOBSON-féle szervéről előadottakat egybefoglalva, a következő képet kapjuk. Ezen szerv az arcz állcsont-előtti részében (regio præmaxillaris) van elhelyezve az orrüreg tornácsi és a főorrüreg elülső része alatt, s harántmetszeten félholdalakúlag aláfelé görbült hámtömlőből áll, melynek homorulatába a JACOBSON-féle porczogó és a lélekzőhámmal takart nyálkahártya gombaidomú duzzanattal (*eminentia fungiformis*) benyomul. Térbelileg véve a szerv olyan, mint egy felfordított kagyló, tehát megnyúlt; ennek mediál szélén az elülső harmad határán a középsőhöz megy el a szűk kivezető cső, s a szájüreg tetején nyílik a szájpadi szemölcs és az onnan kiinduló szájpadhasadék között. A félholdalakú (helyesebben mondva megnyúlt gastrula-alakú) képződmény alsó falát csillogószőrös lélekzőhám takarja (*epithelium respiratorium*), ellenben a felső fala vastag érzéklő hámsejtrétegből áll (*epithelium olfactorium*), melynek felületes rétege megnyúlt pálczikaalakú érzéklőhámsejtekből, a mélyebb rétege 10—12 és több sorozatú magvas rétegből van egybetéve, melyhez a vastag szaglóideg egyik ága: a JACOBSON-féle ideg (*nervus Jacobsoni*) halad, s a domború érzéklőhámréteget mediál és oldalsó ágakkal körülfogva pamatait beküldi a magvas rétegbe; a durvább idegpamatoktól a magvas réteg többé-kevésbbé kötegalakú berendezésű. A magvas réteg elemei között az idegek pamatokra oszolnak, s viszonyba lépnek ennek apró, részint gömbölyű, részint nyúlványos sejtjeihez, ezek tehát idegsejtek. Hogy a kötegalakú képződmények idegsejtjei között vannak-e kiválasztók is, nem lehet eldönteni, de nem lehetetlen, tekintettel azon körülményre, hogy külön mirigyek a kigyó- és gyíkfélékben a JACOBSON-féle szervbe nem nyílnak, mindamellett

annak üregében a nyálkahártyán metszeteken sűrű nyálkát találunk. Az egész képződmény az orrüreg porcogójának egy levált részében fekszik, melyet JACOBSON-féle porcogónak (*cartilago Jacobsoni*) lehet nevezni; ez oldalfelé alulról felhajlik az orrüreg oldalsó falára is egy darabig, mediánfelé pedig az orrüreg porcogójának szomszédságában megszűnik, s vele elül össze is függ.

Hogy oly tökéletes berendezésű szervnek, mint a most leírt, élettani működése jelentőséges, s hogy ennek valamely érzéklésben kell állni, aziránt a hozzámenő sok ideg és az érzéklőhámok nem hagynak kétséget. Minthogy a szagló-ideg egyik ága megy hozzá, közel áll a feltevés, hogy szaglásra szolgál, s amennyiben nyílása a szájüregben van, az is természetszerű, hogy a szájüregbe felvett tápláló anyagok szagérzéki megítélését tartották a szerzők a feladatának. Azonban a kérdés eldöntése nem oly egyszerű, mint gondolnánk. Először is a szerv kivezető csőve az üregéhez képest oly szűk, hogy a levegő bejutása okvetlenül meg van nehezítve, talán azon okból, hogy tápláló anyagrészecskék ne juthassanak bele. Mindamellett a szájpad berendezése olyan, hogy a szájpadhasadékon a kilélekzéskor előreáramló levegőnek behajtása a szerv szűk kivezető csővébe el nem vitatható, bár ez nemlehet kiadó, mert a kigyó- és gyíkfélék JACOBSON-féle szerve egészen zárt üreg, nem olyan, mint a kétéltűeké, amelyekben az orrüreg mediál falán való fekvése a levegő odajutását megkönnyíti. Abból, hogy a szerv nyílása a szájüregben van, nem következik, hogy épen a tápláló anyagok megszagolása volna a feladata; az emlősök nagy részében ezen szerv az orrüregbe nyílik, pedig feltehető, hogy ezeknek épúgy szükségük van a tápláló anyagok megszagolására, mint a kigyók- és gyíkoknak. Ennek ellenében arra lehet gondolni, hogy oly állatokban van szükség a szájüregből való szagló érzéklésre, melyek táplálékukat gyorsan kapkodják, hogy így azután a szájban végezhessek el azt, amire más állatoknak idejük van megszagolás által a külső orrlyukon át. Azonban ezen felvétel egyforma életmódú állatok JACOBSON-féle szervének egybehasonlítása által megdől, legjobban, ha a krokodilfélékre vagyunk tekintettel. Minthogy pedig a JACOBSON-féle szerv üregében levegő van, s hozzá a szagló-ideg küld ágakat, azonkívül érzéklőhámja hasonlít a lényeges részeit, t. i. az érzéklő sejteket illetőleg az orrüreg szaglótájékához: mindezek folytán

meg kell maradnunk a nézet mellett, hogy a JACOBSON-féle szerv szaglásra való, rejtett fekvése és a főorrüregtől való különválása pedig arra enged következtetni, hogy fajlagos szagló érzékléseket lát el, másféléket, mint a főorrüreg, mert máskülönben nem lett volna szükség a különválasztásra. Rejtett fekvése és szűk nyílása arra mutat, hogy a belejutott szaglórészececskék huzamos feldolgozásában van a feladata, olyanban, minőre a főorrüreg a gyors levegőáramlás miatt nem alkalmas. Hogy milyen ezen érzéklés, arról persze fogalmunk nem lehet, mert az ember JACOBSON-féle szerve nem működik; a természetnek oly tünetényeiről pedig, melyeknek felfogására érzékszervünk nincs, szintűgy hiányzanak foglmaink, mint a vakon születettnek a színekről, vagy a siket-némának a hangokról.

Hogy a JACOBSON-féle szerv fajlagos érzéseket közvetít, az a *Jacobson-féle ideg* viszonyaiból is következik, mely kigyó- és gyíkfélékben jobban mutatja önállóságát a szagló-idegtől, mint más gerinczes állatokon. Kigyókon (siklón) láttam, hogy ezen ideg a szaglókárelly (rhinencephalon) mediál faláról jön, s ott egy darabig harántmetszeteken mint önálló pamat hátrafelé követhető; ellenben a főorrüreghez menő szagló-ideg a szaglókárelly alsó és oldalsó faláról indul el, s több apró pamatból áll, míg a JACOBSON-féle ideg a szaglókárelly mediál falán megnyúlt közös köteget alkot, fekvésére nézve olyat, minő a felsőbbrangú gerinczes állatokban a szagló-huzam mediál gyökere. Ezen különválás külön góczokra enged következtetni a központban, s külön góczok, még ha közel fekszenek is, külön működésre mutatnak. Például vehető a halló-ideg, melynek csigai ága teszi az igazi halló-ideget, míg az ívjáratokhoz menő tornácsideg az egyensúly fentartásánál működik; erről és a látó-idegről is ismeretes, hogy a sárga folthoz menő része külön pályát alkot, s a szemmozgató idegnek az egyes szemizmokhoz menő pamatai egymásután következő külön góczokban erednek. Mindezek alapján felvehetjük, hogy a JACOBSON-féle ideg és a JACOBSON-féle szerv fajlagos érzékszerv, melyre némely állatnak életfeltételei miatt különös szüksége van, akár ivari czélokból, a pároknak egybehozására, akár bizonyos tápláló anyagoknak felkeresésére és azoknak megbíralására.

4. Madarak.

A *madarakról (aves)* a szerzők általánosan azt tartják, hogy JACOBSON-féle szervük nincsen,* s csak KÖLLIKER említi (26), hogy lúdon az orrsövényen a JACOBSON-féle csőhöz hasonló képződményt látott, de ez az oldalsó orrmirigynek vezetőke volt. Erről KÖLLIKER azt mondja, hogy az orrmirigyből kiindulva az elülső homlokcsont alatt egy barázdában ezen csont és az orrcsont alatt lehalad, valamint a csontos orrlyuk mögött átfúrja az orrüreg porcogós falát, s az orrüreg fenekére jut, itt az orrsövény porcogója mellett előre tart és a sövényen nyílik. A sövényben fekvő része 4—5 mm. hosszú, 1 mm. vastag, alatta van a vastag orrsövényideg (n. nasopalatinus). A cső belsejét hengerlám fedí. Nyílása és fekvése miatt e cső hasonlít a JACOBSON-féle szervhez, de hogy csakugyan az-e, az iránt KÖLLIKER nem nyilatkozik.

Én a madarak orrüregét házityúkon, kacsán, pulykán és verében sorozatmetszeteken pontosan megvizsgáltam, mert feltűnőnek találtam, hogy egy felsőbb állatosztály oly szervet, mely az alsóbb rangúakban megvan, egészen nélkülöz. Valamely szerv szüksége a változott életviszonyok befolyására a felsőbb rangúakban elcsenevészhetik ugyan, de akkor legalább nyomának meg kell maradni, vagy fejlődés idején várható a csenevészes megjelenése, azonban rögtön kimaradása olyasmi, ami az átöröklési és leszármazási tannal nehezen egyeztethető meg. Tudvalévő a csenevészes szerveknek makacs átöröklése, s az is ismeretes, hogy a működés szükségének elestével némelyek szöveti szerkezetüket megváltoztatták. Ilyen és hasonló okokból kifolyólag érdemesnek tartottam a madarak orrüregét pontosan átvizsgálni, s e tekintetben a következő eredményeket kaptam.

A külső orrlyuk után következő orrtornácban felülről félívalakban lehajló *tornáczkagyló (concha vestibuli)* van, mely a madár-orrüreg sajátosságához tartozik (GEGENBAUR),** mert más állateso-

* GANIN értekezését a madarak JACOBSON-féle szervéről (13), mint-hogy orosz nyelven van írva, s kevésbé hozzáférhető folyóiratban jelent meg, nem szerezhettem meg, s emiatt nem ismerem nézetét e tárgyról.

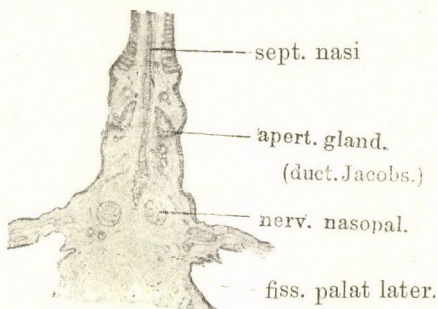
** GEGENBAUR C., Ueb. d. Nasenmuscheln d. Vögel. Jena'sche Zeitschr. VII. 1873.

portban hasonló képződmény elő nem fordul. Ha a fejnek ezen orrtornácsi tájékán túl a főorrüreg kezdeti darabjából készítünk harántmetszeteket (8. és 9. ábrák), akkor az emlősöktől eltérő és némiben a csúszómászókéhoz hasonlító képeket kapunk, ami abban jelentkezik, hogy a tulajdon orrüreg alatt emelet módjára mind-egyik oldalon még két üreget látunk, mely üregeknek sorozatmetszeteken való átvizsgálásából meggyőződünk, hogy az alsó üreg azonos az állsonti öböl folytatásával, mely madarakban beterjed az állsonti szájpadyúlványba, tehát *szájpadi öbölnek* (*sinus palatinus*, 9. ábra) nevezhető (emlősöken *recessus palatinus*nak nevezte ZUCKERKANDL); ellenben a felső üreg (*fissura palatina lateralis*) nem más, mint a szájúregnek lezárt elülső része, mely hátrafelé a szájúreggel nyíltan közlekedik, s egyértékes a csúszómászók hasadt szájpadyának üregével (v. ö. fennebb). Ha ugyanis hátrább, az orrüreg tájékáról vizsgálunk harántmetszeteket, akkor az orrüreg feneke (*palatum primarium*) alatt Y-alakú hasadékot látunk, melynek függélyes szára a szájúregbe nyílik, aminek magyarázata nem lehet más, mint az, hogy ez képviseli a szájpadyasadékot; azonban a hasadék csak az arcz hátulsó részéből vett harántmetszeteken vezet be alulról közvetlenül az orrüregbe, ellenben az orrüreg középtájékáról vett harántmetszeteken a hasadék széjjel-ágazó szárai fölött az orrüregnek külön feneke van (*palatum primarium*), melynek alaki magyarázata nem lehet más, mint az, hogy ezen fenék az embryoi elemi szájpadyból származott, amelynek hátulsó végén kell keresni az elemi belső orrlyukat. Madarakban a csőr meghosszabbodásával azon különös viszony állott be, hogy a felső állsonti nyúlványból kinövő másodlagos szájpady nemcsak a belső orrlyuk szintájától kezdődik és tart hátrafelé, hanem ezen másodlagos szájpady alatt előre is nőtt, s az állelőtti rész alatt a túloldalival egyesült. E tekintetben a madarak csatlakoznak a csúszómászókhoz, azon eltéréssel, hogy a hátul fekvő állsonti öböl részéről üreg nőtt be a másodlagos szájpadyúlványba, s innen van az, hogy a szájpadyúlványban fekvő tág öböl (*sinus palatinus*) lejjebb fekszik, mint a szájpadyasadék oldalsó szárai (*fissura palatina lateralis*).

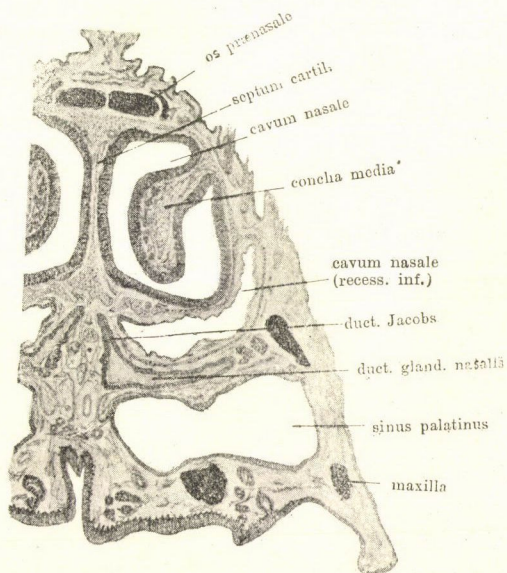
Az orrtornác után következik az orrüregnek középső része, melyben a pörgealakban felcsavarodott *orrkagyló* (*concha media*,

9. ábra) van. Ezt GEGENBAUR a csúszómászók egyetlen kagylójával és az emlősállatok alsó kagylójával tartja egyértékesnek, s mö-

8. ábra.



9. ábra.



8. és 9. ábra. Fiatal kacsza (*anas domestica*) orrsövényének és orrüregének haránt átmetszete, az utóbbi a főorrüreg kezdeti tájékából.

götte az orrüreg szagló részében fekvő kagylóalakú domborulatot (*concha superior*) az emlősök felső vagy szagló-kagylójával. Az orr-

üreget vékony lemezű porczogós váz környezi, s ez betérjed a kagylókba is (9. ábra). Az orrtornáczt réteges lapos hám fedi, s a főorrüregben kétréteges hengerhám van, a szaglótájékon pedig megvastagodott szaglóhám. A lélekzőhamban a hengersejtek között kurta csöves mirigyek vannak, illetőleg csak behajlások, melyeken a hám világos, s a sejtek kehelysejtekhez hasonlítanak.

Az orrüregnek a középső kagyló kezdetének szintájából vett harántmetszetein, tehát a főorrüregnek az orrtornác után következő részéből származó készítményeken, ha sorozatosan vizsgáljuk a metszeteket elülről hátrafelé, először az orrsövény magasságának mintegy az alsó harmad és negyedrés közötti határán duzzanatot látunk, melynek megfelelőleg a sövényporczogóról vízszintes irányú kurta nyúlvány megy el mindkét oldal felé; azután következő metszeten ezen duzzanat alatt homorulatával lefelé fordult behajlása a hámborítéknak következik, mely több metszeten folytatódik hátrafelé, tehát megnyúlt barázdától származik, amelynek nyílása rézsút lefelé van fordítva; a barázdát egy darabon réteges lapos hám fedi, azután kétsorozatú hengersejtréteg következik. Több metszet után olyat kapunk, amelyen a barázda szélei egymáshoz közelednek és végül egyesülnek; annakutána peteidomú megnyúlt hámcsovet találunk a nyálkahártyában az orrsövényen (8. ábra, *apert. gland.*), amely sokban hasonlít az emberi embryok JACOBSON-féle szervéhez, azaz réteges megnyúlt oszlopos hámsejtekből van egybeállítva, s körüle a kötőszövet tömöttebb. Érett tyúkembryon a cső átmetszetét 0·14–0·15 mm. magasnak, s 0·10–0·11 mm. szélesnek találtam; a hám magassága 0·036–0·040 mm. volt. Ha e cső hátul vakon végződne, úgy, mint az emberi embryon van, akkor a JACOBSON-szervvel való egybehasonlítás ellen kifogás nem volna emelhető, de a dolog másképp áll. Ha ugyanis a metszeteket hátrafelé követjük, úgy meggyőződünk, hogy a peteidomú átmetszetű hámcso csakhamar függélyesen lefelé hajlik, s egy darabon a vastag orszájpadiideg felett fekszik, azután ennek külső oldalán lehalad (9. ábra, *duct. Jacobsoni*), s rögtön táguló menetbe nyílik (5. ábra, *duct. gland. nasalis*), amely ilyen állapotban haránt irányban oldal felé hajlik, s az orrüreg fenekén a szájpadi öböl felett harántul oldal felé halad. Minthogy a vezetéknek ezen vízszintes része tág (felnőtt tyúkon

0·4—0·5 mm.), azt több metszeten egész hosszában látni lehet; falát kettős hengersejtréteg fedi, s üregét a mesterséges keményítés eredményeképp sűrű alvadék tölti meg, mely a használt festéket is felveszi. Ha a metszeteket még hátrább követjük, akkor a középső orrkagyló hátulsó végének tájékába jutunk, ahol az orrüreg feneke kihasad a másodlagos szájpadyulványoktól közrefogott szájpadyhasadékba, s ezen hasadékba beterjed az orrsövény alsó szabad vége. Az orrüreg feneke, vagyis elemi szájpady nem szűnik meg egyszerre, hanem mint az orrsövénybe beterjedő rézsútos lemez egy darabon még megvan, s ebben hág fel hátrafelé a főnebb említett hámesatornának folytatása, amely azután a porczogós orrtok és az orresontok között fekvő nagy csöves bogyós mirigyben végződik elágazva, illetőleg innen indul ki, tehát nem egyéb, mint az oldalsó orrmirigy hosszú kivezető csöve, melynek középső tágult darabja a mirigyváladék időleges felfogására szolgál. Az egész készülék úgy írható le, hogy madárfejen az orrüreg közep-részének oldalsó falán, a porczogós orrtok külső oldalán egy nagy csöves bogyós mirigy fekszik (oldalsó orrmirigy), amelynek tág kivezető csöve patkóalakú görbülettel le- s kissé előre felé hajlik, azután kitágulva haránt irányban a szájpady tetejére jut, ezen mediánfelé halad, majd megszűkülve felhajlik, s az orrszájpadydeg külső oldalán az orrsövényre érkezik, ahol függélyesen felhajlik, s ennek alsó harmadán egy vízszintesen megnyúlt barázda hátulsó részén nyílik. Fekvésére nézve a szóban levő orrmirigy megfelel a csúszómászók és kételtűek oldalsó orrmirigyének, s az emlősök állcsonti öblének oldalán fekvő nagy KANGRO-féle mirigynek.

Ha a leírt képződményt anatómiai berendezésére átvizsgáljuk, azon eredményre jutunk, hogy a hosszú háncsó nem egyéb, mint az oldalsó orrmirigy vezetéke. Így magyarázta ezt KÖLLIKER (26), bár feltűnt neki a hasonlat a JACOBSON-féle csővel, és úgy látszik, hogy ama nézetten voltak mindazon szerzők, akik a madarak orrüregét a JACOBSON-féle szervre megvizsgálták. Én azonban a dolgot egészen másképp értelmezem a következő okokból:

Ha az orrsövényen fekvő csövet jól készült harántmetszeten vizsgáljuk, úgy annak hámját a mirigyvezetékek hengerhámjától elütőnek találjuk. Hogy ez más vizsgálóknak nem tűnt szembe, azt a kezelésemből magyarázom. Felnőtt állatok fejét, hogy metsz-

hetők legyenek, az előzetes rögzítés után mésztelenítés céljából savakkal kell kezelni, az ilyenek pedig a hám szerkezetét finomabb vizsgálatokra alkalmatlanná teszik; az így kezelt fejek a hám közönséges réteges hengerhám képét adja, ezt is csak elmosódottan. Én ZENKER-féle folyadékkal kezelt érett kacsamagblyot vizsgáltam meg, melynek lágy csontjai megengedték a finom metszetekre való szétbontást savakkal való méasztelenítés nélkül, s az ilyeneken azt találtam, hogy az orrsövényen fekvő hámasó oszlopalakú sejtekből áll, melyeknek magvai 3—4 rétegben fekszenek, s ily képet ad a szaglőhám is oly helyeken, ahol az vékony, azaz a keskeny hengersejtek között pálczikaidomú sejtek vannak, mindannyian megnyúlt hosszúkás magvakkal. Onnan kezdve, ahol a szűk cső a szájpád tetején kitágul és oldalfelé hajlik, fala csak kétrétegű hengersejtekből áll, olyanokból, mint a nagyobb mirigyvezetékben vannak.

Nézetem szerint a hámasónek a sövényben fekvő része egyértékes a JACOBSON-féle csővel, melynek alsó részébe az oldalsó orrmirigy ág vezetéke nyílik. Ehhez hasonlóat találunk sok emlőállatban is, melyekben a JACOBSON-féle szerv hátulsó részébe az orrsövényen fekvő duzzanatban elhelyezett nagy csöves-bogyós mirigy nyílik (v. ö. alább), úgy, hogy a JACOBSON-féle szerv majdnem olyan, mintha ezen mirigynek kivezető csőve volna, s ilyennel lehetne felcserélni, ha a benne fekvő érzéklőhám és a falán fekvő szaglő-idegszálak érzékszervi jellege mellett nem szólnának. Mindamelllett a vezeték az emlősökben mint mirigykivezető cső is működik, csak hogy a beléje nyíló mirigy az orrsövényen fekszik, s nem az orrüreg oldalsó falán, mint a madarakban. Ha azonban figyelembe vesszük azt, hogy a madarak orrsövényén fekvő cső hasonlít az olyan emlősök JACOBSON-féle szervéhez, melyeken ez nem a STENSON-féle vezetékbe, hanem az orrsövényen nyílik; továbbá figyelemmel vagyunk arra, hogy a madarakban ama cső szerkezete hasonlít az emberi embryo JACOBSON-féle csővéhez, azaz csenevész érzéklőhám van benne, nem pedig olyan hengerhám, mint a mirigyvezetékben lenni szokott; továbbá tekintettel vagyunk ama nagyfokú átidomulásokra, melyeken a madárfej a hosszú csőr és a szájpád bonyodalmas viszonyai miatt átesett; végül figyelembe vesszük azt is, hogy a JACOBSON-féle szerv kezdeti nyoma alsóranaguakon az orrsövényen fekvő bemélyedésből áll, olyanból, mint a

madarak sövényén fekvő nyílt barázda: mindezekből és a mindjárt megemlítendő fejlődési viszonyokból támogatást nyer azon nézet, hogy az orrsövényen fekvő hámeső a JACOBSON-féle csővel egyértékes, mely azonban működésváltozáson esett át, amennyiben az oldalsó orrmirigy kivezető csövével egyesült. A phylogeniában az ilyen működésváltozást, illetőleg az eredeti működés feladását és új alakulás megjelenését *caenogenesis*nek (*zaivos*, hamis) nevezik. A működésváltozás époly hamisítás, mint új szerveknek kezeleése, melyek az ősökben jelen nem voltak (pl. amnion, méhlepény stb.). A JACOBSON-féle szerv a csúszómászók egy részében tökéletlen lett (teknősök, krokodilfélék), s ezek vezettek a madarakhoz, amelyekben a JACOBSON-féle szerv működésváltozáson esett át, s az orrmirigy kivezető csövét vette fel, de azért fekvése és csenevész érzéklőhámja mutatja a kapcsolatot a farktalan kétélűekhez.

Azon nézet, hogy a JACOBSON-féle cső a madarakban működésváltozásban részesült, más szervek hasonló átalakulásával támogatható. A tobozmirigy szerkezete az emlősállatokban hasonlít a nyiroktüszőkhöz, s nem lehetetlen, hogy mint ilyen működik is. Mindamellet tudjuk, hogy a tobozmirigy fejlődése közben olyan alakokat mutat, mint az alsóbb rangúak fali szeme, azaz hámmenetből keletkezik, s ennek sejtjei utóbb egészen megváltoznak. Alaki és szöveti működésváltozáson esett át az agyalapi mirigy (hypophysis) is. A WOLFF-féle vezeték tudvalevőleg az embryoi vese kivezető csőve; de utóbb him nemből a here kivezető csövévé lett, tehát működésváltozást szenvedett. Az első zsigerhasadék eleinte kopolyúrás volt, utóbb felsőbb rangúakban hallócső lett belőle; ez is működésváltozás. Számos példát lehetne még felhozni a működésváltozásra, amelyek megerősítik azt, hogy ezen folyamat igen elterjedt az állatvilágban, s emiatt nem magánálló előfordulása a JACOBSON-féle csövön sem.

5. Emlősök.

Az *emlősök* (*mammalia*) JACOBSON-féle szerve az orrüreg arányaihoz mérve szűk hámcsőből áll az orrsövénynek elülső harmadrészen; ennyiben minden emlős állat megegyezik, de mellékes vi-

szonyokban, ú. m. a hámeső harántmetszetének idoma, a menet magassági fekvése, nyílásának helye, s viszonya tekintetében a sövénymelletti porczogóhoz jelentékeny változatok fordulnak elő. Amennyire ismeretes, az emlősök mindannyian jól kifejlett JACOBSON-féle szervvel vannak ellátva; így találtam ezt különféle csoportokban, pl. húsevőkben (kutya, macska), patásokban (szarvasmarha, juh, disznó), rovarévőkben (vakond, sündisznó) és rágcsálókban (házinyúl, eger).

Meg van vizsgálva a JACOBSON-féle szervre az emlősök legtöbb fajtájából néhány példány, így pl. a csőrös emlősökét SYMINGTON (50) és SMIDT ELLIOT (46), a rágcsálók közül a tengeri malaczat és házinyulat KLEIN (22—24), az egeret HARVAY-REUBEN (16), a rovarévők közül a borzot HARVAY-REUBEN (16), a patások közül a juhot BALOGH K. (2), a húsevők közül a kutyát KLEIN (25) írta le. A JACOBSON-féle szervre a bőregerekről azon nézet van elterjedve, hogy ilyen szervek nincs, vagy csenevész, de egy fajtán (vesperugo aurita) ezt nem találtam beigazoltnak.¹

JACOBSON felfedezését 1811-ben emlős állatokon tette (19), s értekezését CUVIER terjesztette be a párisi akadémiának. Leírása akkori időben feltűnést keltett, mert ezen szervben gondolták megtalálni azon képesség székhelyét, melylyel az állatok a táplálkozásra hasznos anyagokat a károsaktól és mérgesektől meg tudják különböztetni. Azon időtől ezen szerv JACOBSON szerint van elnevezve, bár jóval előbb 1703-ban látta a nyílását az emberen RUYSCH² és SÖMMERRING,³ mindketten kutató pálczát voltak képesek belevezetni és a kis csövet le is rajzolták. JACOBSON leírása szabad szemmel látható viszonyokra támaszkodott, úgyszintén MECKEL Fr. J.-é; ⁴REIFFSTOCK⁵ és ROSENTHAL⁶ pedig a bárányon írták le, anélkül azonban, hogy

¹ Úgy látszik, hogy DUVAL és GARNULT (10) is így nyilatkoznak, de értekezéseket nem tudtam megszerezni.

² RUYSCH, Thesaurus anatomicus, III. Amstelod. 1703, p. 49. Tab. IV. Fig. 5.

³ SÖMMERRING, Abbildung d. menschlichen Organe d. Geruchs. Frankfurt, 1809. Tab. III. Fig. 1., 9.

⁴ MECKEL Fr. J., Handb. f. menschl. Anat. Bd. IV. 1820. 141.

⁵ REIFFSTOCK, Dissert. de structura organi olfactus mammalium nonnullorum. Tübing. 1823.

⁶ ROSENTHAL, Tiedeman u. Treviranus Zeitschrift f. Physiolog. II. S. 289.

róla valami újat emlitenének. GRATIOLET (15) is JACOBSON nézetét osztotta 1845-ben megjelent értekezésében. Az első, aki szövettanilag is megvizsgálta a JACOBSON-féle szervet, LEYDIG volt 1857-ben,* de ő csak annyit említ meg, hogy üregét csillogóhám fedi, s mirigyek vannak körülé; idegeket a szagló és háromosztású idegből kap. LEYDIG után BALOGH K. (2) volt az, aki még tanársegéd korában CZERMAK oldala mellett a bárányon a JACOBSON-féle szervet szövettani tanulmány tárgyává tette, s értekezését német nyelven a bécsi csász. akadémia évkönyveiben közölte. Ő az ismereteket annyiban bővítette, hogy a háncsó mediál falán fekvő hámsejtek között megismerte a palczikaalakú érzéklősejteket, melyeket ő szaglősejteknek tartott, mert feltűnt neki a hasonlat a SCHULTZE MIKSA által 1872-ben az orrüreg szaglóhártyáján felfedezett szaglősejtekkel. Minthogy a JACOBSON-féle szervhez a szagló-ideg számai mennek, BALOGH is osztotta a már amúgy is elterjedt nézetet, hogy a JACOBSON-féle szerv szaglásra való. Azonkívül BALOGH pontosan leírta a bárány JACOBSON-féle szervét, annak méreteit, idomát és viszonyát a JACOBSON-féle porczogóhoz, azon nézetből indulva ki, hogy a kettőnek egymáshoz benső viszonya van; úgyszintén leírta a JACOBSON-féle szerv külső oldalán fekvő mirigyhalmazt, amely a cső üregébe beemelkedő dombot alkot, s azt *mirigyduzzanatnak* (Drüsenwulst) nevezte; a félholdalakú átmetszetű szerv két végének pedig *belső és külső mirigybarázda* (innere und äussere Drüsenfurche) nevet adott. Megismerte BALOGH a szervnek gazdagságát idegekben is, melyek részint velőtlenek, részint velősek. Értekezése végén BALOGH azon nézetnek ad kifejezést, hogy a szervnek a rágott eledelek megszaglására vonatkozó működése kétséges, s kísérletileg kellene a működését eldönteni; minthogy pedig a kiirtása beható műtét volna, ettől nem sok várható, hanem talán a nyílásának forró faggyúval való elpusztítása vezetne célhoz. Ilyféle kísérleteket kilátásba helyezett, de azok utóbb egyéb elfoglaltsága miatt elmaradtak.

BALOGH után többen foglalkoztak az emlősök JACOBSON-féle szervének szöveti szerkezetével; legtöbbet KLEIN (22—25) közölt

* LEYDIG, Lehrb. d. Histologie d. Menschen u. d. Thiere. Frankfurt, 1857. S. 218.

róla Londonban (tengeri malacz, házinyúl, kutya). Azután LOEWE* a házinyúlon, HARVAY-REUBEN (16) egeren, macskán és borzon, GARNAULT (14) különféle emlősön és ezeknek embryoín is megvizsgálta (patkányon), FLEISCHER (11) különféle gerinceseken és emlősökön a fejlődését is tanulmányozta, BROOM (8) a lovon, s RÖSE (41) és SYMINGTON (51) némely erszényes állaton (opossum, wombat, känguru), SYMINGTON (50), valamint BROOM (7) és SMITH-ELIOT (46) a csőrös emlősökön (ornithorrhynchus) írták le. Az orrüreg-ről írt cikkemben én is közöltem róla némely adatot.** Azonkívül az ember JACOBSON-féle szerve is tanulmányozva van, amiről később külön fogok értekezni.

Én a vakond, egér, házinyúl, kutya, macska, disznó és borjú JACOBSON-féle szervét vizsgáltam meg sorozatmetszeteken, részint ZENKER-, részint FLEMMING-féle folyadékkal kezelt készítményeken. Azonkívül a fejlődésre megvizsgáltam a házinyulát, vakondot, mókust, macskát és borjút. A dolog lényegét véve a viszonyok meg-egyeznek, t. i. abban, hogy a JACOBSON-féle hámcsőben pálczikaalakú érzéklőhámok vannak, s fala ideg- és mirigydús; azonban már a cső idomán vannak eltérések, s a hám egybeállítása sem egyforma. Még nagyobb a különbség a nyílást illetőleg, amennyiben ez némely fajtában a STENSON-féle vezetékbe nyílik, ellenben másokban ennek felső nyílása felett van a vége az orrsövényen. A STENSON-féle vezetékbe nyílik patásokon, rovarrevőkön és húsevőkön; ellenben a sövényen a rágsálókon. Különbség van a mirigycső alakjában is: annak harántmetszete ugyanis a legtöbb emlősben vese- vagy félholdalakú, ellenben a vakondon egész hosszában kerek. Az is figyelembe veendő eltérés, hogy a mekkorasága nincs arányban az állat testével, így pl. igen nagy az egéren, ellenben aránylag kisebb a húsevőkön. Nem minden emlősben fekszik a szerv az orrsövény mellett fekvő vályúalakú porczogóban, így pl. KLEIN (23) szerint a tengeri malaczon az ekecsont barázdájában van elhelyezve, s így találtam azt a vakondon is. Minthogy az utóbbinak JACOBSON-féle szerve

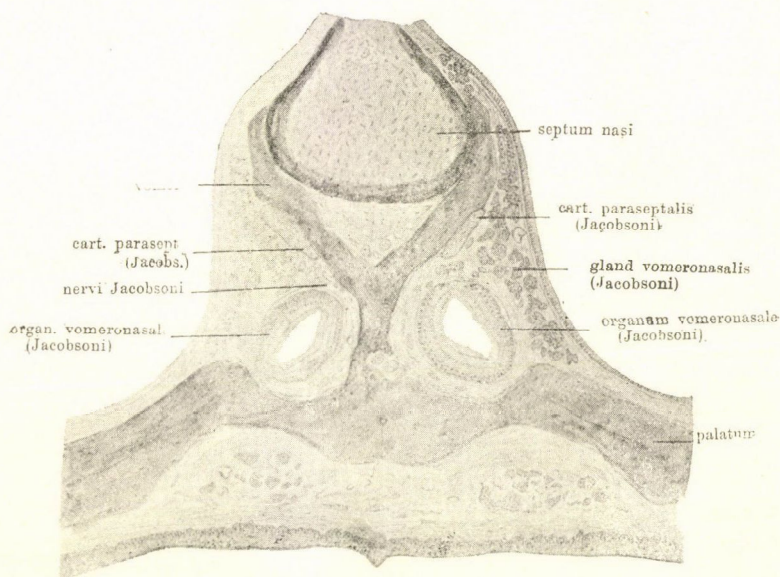
* LOEWE L., Beitr. z. Anat. d. Nase- und Mundhöhle. Berlin, 1878.

** MIHALKOVICS G., Anat. u. Entwicklungsg. d. Nase u. ihrer Nebenhöhlen. HEYMANNS Handb. d. Laryng. u. Rhinol. III. Wien, 1896. S. 1.; und Bau u. Entwickl. d. pneumat. Gesichtshöhlen. Verh. d. anat. Gesellsch. zu Berlin, 1896.

nem ismeretes, s egyébkép is érdekes viszonyú, ezt választom a részletes leírásra példának.

A *vakond (talpa europaea)* JACOBSON-féle szervének középtájékából vett harántmetszeten (10. ábra) az érzéklőhámcső (*org. vomeronasale*) 0·28—0·32 mm. kerek tömlőből áll, melyet köröskörül 0·08 mm. magas oszlopos és megnyúlt hámsejtréteg fed; az

10. ábra.



A vakond (*talpa europaea*) orrsövényének és szájpádnak haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv középrészének tájékából.

utóbbinak magvai 4—5-szörös sorozatban a mélyebb réteget foglalják el, ellenben a sejteknek az üreg felé eső keskeny vége világos, s a szabad felszínen hosszú csillogószőrökkel van ellátva, melyek sűrű alvadékba vannak beágyazva; az utóbbiban sokhelyt kerek vándor- és levált hámsejtek fekszenek. Erősebb nagyítással a hámot kétféle alakos elemekből látjuk egybeállítva: a csillogószőrök keskeny hengersejteken ülnek, s ezek között vannak a pálczikaalakú érzéklőhámsejtek csillogószőrök nélkül. Minthogy

az utóbbiak kevés helyet foglalnak el, azért a hengerhámok csillogószőrei szakadatlan réteget alkotnak. A hámeső a környező finomrostú kötőszövettel együtt az orrüreg mediál falának fenekén fekszik, belefektetve az Y-alakú ekecsontnak (*vomer*) homorulatába, s a túloldali társától ezen csontnak függélyes közös szára által elválasztva. A széjjeltérő szárok vájulatába a rostacsont függélyes lemezének alsó kiszélesedett vége illeszkedik bele, amely a belsőjében porczogós, de a felszínén vékony csontkéregtől van borítva. A JACOBSON-féle szerv felett az ekecsont felső szárának oldalához simulva apró porczogó van, amelyet sövényemelletti porczogónak (*cartilago paraseptalis*, SPURGAT) kell tartani, tehát azonos egyéb emlősök JACOBSON-féle porczogójával, csak hogy a vakondon nincs viszonya a szervhez, mert igen kicsiny. Minden emlősállatban megmarad ezen porczogóból valami a JACOBSON-féle szerv szomszédságában, némelyeken közelebb, másokon távolabb tőle. Emberi embryokon végzett vizsgálatokból meggyőződtem, hogy a JACOBSON-féle porczogó csak egy részecskéje az orrsövényporczogónak, illetőleg a porczogós orrtoknak, a mely társaival együtt úgy válik le az orrsövényporczogótól, hogy a porczogós szövet közbenövő hidak alakjában átváltozik közönséges rostos kötőszövetté, s így több apró porczogós darabka válik le az állelőtti csont szomszédságában a porczogós orrsövényről, melyeknek nagyobbikát JACOBSON-féle porczogónak nevezik. Hogy azonban ennek jelentőséget a JACOBSON-féle szerv anatómiai egybeállításában tulajdonítani nem lehet, legjobban kiderül a változó fekvéséből, s némely állatban csenevész állapotából, pl. a vakondon is, amelyen nem lehet okúl felhozni azt, hogy a porczogónak a hámesőtől való felszabadulása abban leli magyarázatát, mert a hámeső az orrsövényen nem az orrüreg fenekének szomszédságában, hanem feljebb fekszik (mint pl. az emberen); a vakondon a hámeső az orrüreg fenekén van, s még sincs a porczogótól behüvelyezve. Ebből az következik, hogy az orrsövény szomszédságában fekvő apró porczogócskák közös elbírálás alá esnek, azok t. i. visszamaradt részei a porczogós orrtoknak, amely az orrnyílás körül a felsőbb rangúakban kisebb darabokra tagolódott. A JACOBSON-féle porczogó és társai ugyanazon csoportba tartoznak az orrszárnyporczogóval és az orrszárnynon fekvő apróbb lencseporczogókkal, ezek is ha-

sonló módon válnak le a porczogós orrtoktól, s az orrszárnny hártvás része sem egyéb, mint a porczogó szöveti átalakulásából képződött rostos hártva.

Visszatérve a vakond JACOBSON-féle szervéhez, ennek külső oldalán a nyálkahártvában egész a lélekzöhámig terjedőleg csövesbogyós mirigyeket találunk (*gland. vomeronasalis*, 10. ábra), melyeknek szűk kivezető csövei különféle helyeken nyílnak a JACOBSON-féle cső oldalsó falán. Ezekben az alsóbb rangúak mediál orrmirigyével egyértékes képződményt ismerjük meg, amely állandóan megtartódik a JACOBSON-féle szerv szomszédságában, azért az emlősökön is helyesen *Jacobson-féle mirigyeknek* nevezendők. Hátrább a mirigyecsoport még hatalmasabb lesz, s ha a JACOBSON-féle szerv hátulsó végéről nézünk harántmetszeteket, akkor azt látjuk, hogy a hámső lassankint szűkül, s a végén el is ágazik; az ágak közönséges hengerhámokkal vannak fedve, tehát mirigykivezető cső jelentőségűek. Így a JACOBSON-féle hámső hátul mirigykivezető csővekbe folytatódik, s ott a mirigyszövet hatalmas pamattá lesz, amit még jobban láthatunk a disznón, amelyen a JACOBSON-féle szerv kampóidomúlag meggörbült porczogóban fekszik benne, s a hátulsó végén két, azután több ágra oszlik, mignem egyszerű mirigyvezetékbe folytatódik.

KÖLLIKER (26) azt állította, hogy a JACOBSON-féle szerv a szervet tulajdon nedveinek érzéklésére van szánva, hogy mintegy ellenőrizze a nedveket chemiai és élettani használhatóságukra, s arról az állatnak tudomást adjon. Ily felvétel támogatására hiányzik az alap, azonban azt nem lehet elvitatni, hogy a JACOBSON-féle mirigy váladéka a szerv működésére befolyást gyakorol, valamint az is bizonyos, hogy emlősállatokon a szűk hámső belsejét a mirigyváladék egészen megtöltheti; legalább így találtam ezt a vakondon és disznón, melyeknek harántmetszetén az alvadt váladék megismerhető. Ez ellentmondásban látszik lenni a szagló érzéklési működéssel, legalább amennyiben levegőben levő részecskék érzéklésére gondolunk, azonban nem zárja ki azt, hogy a folyadékok útján való érzéklés lehet a hámső feladata. Azonban a JACOBSON-féle csőnek elülső vége minden emlősben szűk, s olyanokon, amelyekben a STENSON-féle vezetékbe nyílik, szögletben való elhajlásánál fogva is alkalmatlan a szájüregből bejutott valamely közegnek

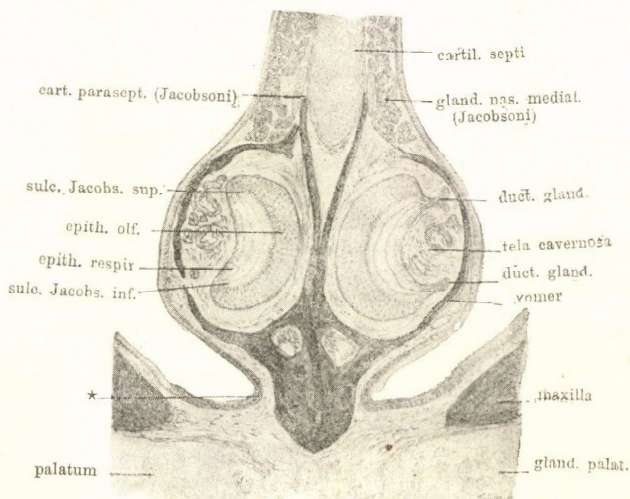
gyors felvételére. Ha ugyanis a JACOBSON-féle szervet a vakondon harántmetszeteken előfelé követjük, akkor azt látjuk, hogy szűkül, hámja átmegy hengerhamba, azután réteges laphamba, végül a STENSON-féle járat mediál oldalán szájadzik. Az utóbbinak átmérője, illetőleg szabad ürege igen szűk, alig $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ -a a JACOBSON-féle szerv üregének, amiből az következik, hogy a STENSON-féle vezetéken át való közlekedés meg van nehezítve a levegőnek vagy folyadéknak úgy a be-, mint a kijutására.

Ugyanezen következtetésre jövünk, ha más emlősállatnak JACOBSON-féle szervét vizsgáljuk meg, pl. az egerekét, amelyek közül fehér egeret és mezei egeret tanulmányoztam, s mindkettőn egyforma viszonyokat találtam (11. ábra). Elül a cső nyílásánál az áll-előtti csont két tarajjal a rostacsont porczogós lemeze felé emelkedik, ennek oldalán találjuk a sövénymelletti porczogócskákat (*cart. parasept.*). A JACOBSON-féle cső a nyálkahártya alatt az orrüreg felé erősen kiemelkedő duzzanatban fekszik, s ezen duzzanat által képezett barázdába nyílik a JACOBSON-féle cső elülső vége. Eszerint egerben, s így van ez a legtöbb rágcsálóban is (pl. házinyúlón és tengeri malacson, 12. ábra), a JACOBSON-féle cső nem nyílik a STENSON-féle menetbe, hanem az orrsövényen, nem messze a STENSON-féle cső nyílása mögött. Ezen cső az egéren igen szűk, s réteges hámval van fedve, amely a felső nyíláson túl még egy darabon az orrüreg fenekére is kiterjed (a 16. ábrán a száypad felett). Ebből az következik, hogy a JACOBSON-féle cső nyílásának a szájüreg közeli szomszédságában nem lehet lényeges jelentősége a szerv működésénél, mert nem lehet arra gondolni, hogy a szűk STENSON-féle csövön át az orrüregbe áramlott kevés levegő vagy felhatolt folyadék egykönnyen bejut a JACOBSON-féle csőbe. Hátrább e cső az orrüreg alsó részén az orrüreg felé kiemelkedő duzzanatban (*torus Jacobsoni*, 11. ábra) fekszik, s körül van véve az ekecsontnak erősen görbült lemezétől (*vomer*), mely csont itt két féldarabból áll, s ezek fenn széjjeltérve a sövényporczogó (*cart. sept.*) alsó végét fogják közre; az utóbbinak oldalán fekszenek az apró sövénymelletti porczogók (*cart. parasept.*), tehát az egéren sincs benső viszonyuk a JACOBSON-féle csőhöz. Minthogy pedig ez a házinyúlón nem így van, hanem ezen a félívben görbült JACOBSON-féle porczogó magába fogadja a JACOBSON-féle csövet (12. ábra), ebből kiderül az, hogy

még rokon fajtákon is jelentékeny eltérések vannak a JACOBSON-féle porczogónak a szervhez való viszonyában, s egyáltalán az, hogy a JACOBSON-féle csövet a porczogó körülfogja-e vagy sem, a szerv alaki és élettani jelentőségére fontossággal nem bír.

Egérben a JACOBSON-féle cső félholdalakúlag görbült, s a mediál oldalon magas (0.28 mm.) érzéklőhámmal van ellátva (*epithelium olfactorium*), míg az oldalsó behajlott lemezen alacsonyabb kétrétegű csillogószőrös hengerhám van (*epithelium respirato-*

11. ábra.



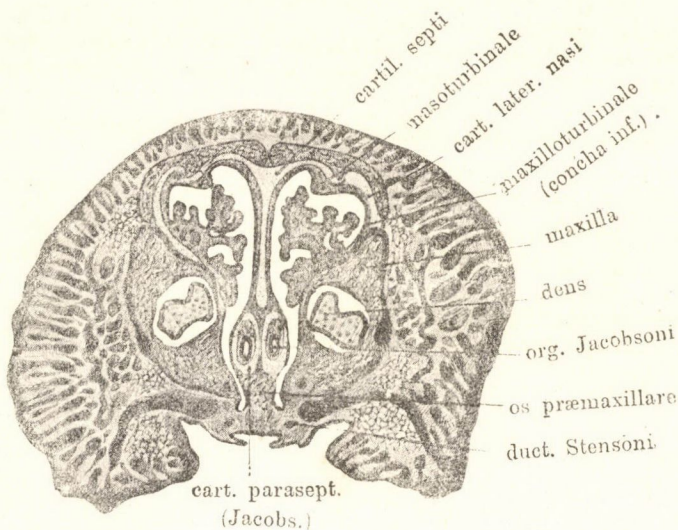
Az egér (*mus musculus*) orrsővényének haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv középprésének tájékából.

rium), a két hámfal között fekvő szabad üreg keskeny. A hámeső rostos kötőszövetbe van beágyazva, amelyben az oldalsó falon verő- és tág vivőerek, s azonkívül sima izomsejtek fekszenek, ami olyan mikroskopi képet ad, mint a barlangos szövet (*tela cavernosa*); ez vastag duzzanatot alkot a szerv oldalsó falán, s ott az ekecsont felhajló lemeze és a hámeső lélekzőhámja közti hézagot megtölti. A JACOBSON-féle mirigyek (*gland. nasalis medialis, s. Jacobsoni*) a JACOBSON-féle cső felett fekszenek a nyálkahártyában a sővényporczogónak az oldalán, s hosszú kivezető csöveik benyo-



mulnak a visszahajlott ekecsont által fenn szabadon hagyott hézagba, azután többnyire a félholdalakú JACOBSON-féle csőnek felső, vagy alsó barázdájába (*sulcus Jac. sup. et inf.*) nyílnak sorozatosan (*ductus glandulares*), amelyet BALOGH (2) emiatt mirigybarázdának (*Drüsenfurche*) nevezett. Hátrafelé a JACOBSON-féle cső szűkül, érzéklő hámja alacsony lesz, s a cső kihegyesedve szűnik meg; ezen részébe is nyílnak orrmirigyek, s nagy mennyiségű duzzadóképes érszövet környezi.

12. ábra.



Házinyúl (*lepus cuniculus*) orrüregének haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv középprészének tájékából.

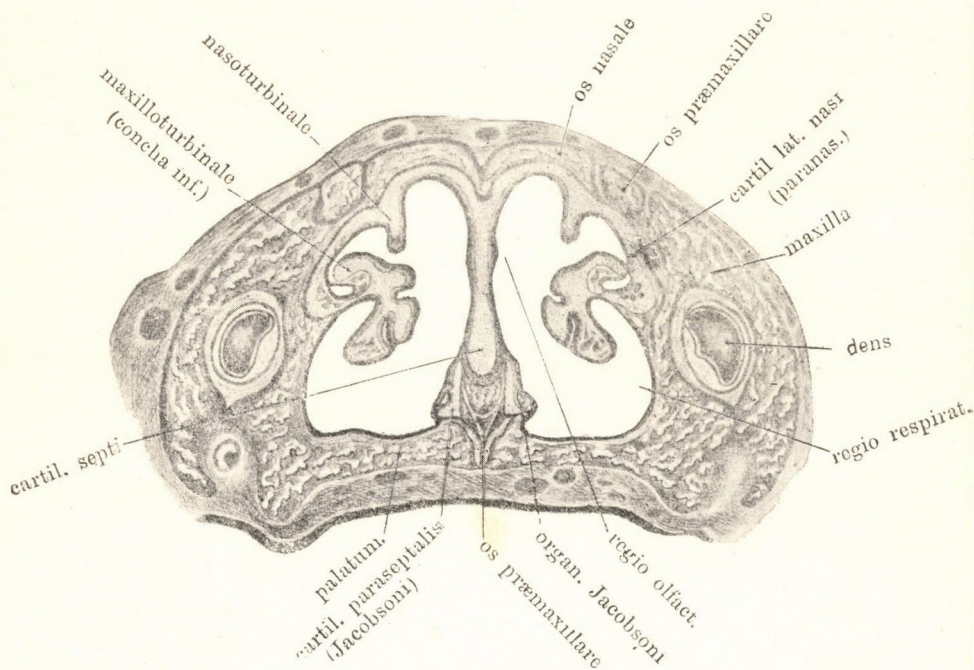
Az egereken — s a többi rágesálókon is — a JACOBSON-féle szervnek egy szembetűnő sajátosságával találkozunk, mely meg van ugyan más emlősállatokon is, de kevésbbé szembetűnőleg kifejlődve, t. i. a hám körüli duzzadképes ér- és izomsejttartalmú szövet. Ennek kétségtelenül nem lehet más a feladata, mint hogy gyors duzzadó, vagy leapadó képessége folytán a JACOBSON-féle csövet tágítsa, vagy szűkítse. Minthogy a cső nyílása a rágesálókon az orrüregben van, tágítás alkalmával legfőlebb ebből, s nem a

szájüregből szívhat be levegőt, amelynek beáramlása azonban a szűk nyílás miatt akadályba ütközik. Mikroskopi készítményeken az aránylag szűk mirigycsövet alvadékkal láttam megtöltve, de ebből nem akarom következtetni, hogy az élő állatban a barlangos duzzanat gyors lepadása következtében levegő nem tódulhat bele. A duzzanatban fekvő nagy mennyiségű, sima izomsejt mindenestre arra mutat, hogy ezeknek összehúzódására a tág vivőereknek gyors összeszorítása beállhat, sőt nem is magyarázható más okból a sima izomszövet és barlangos érszövet jelenléte. A gyors terimeváltozás a mirigycsőnek egyedül az oldalsó falát érinti, mert ott fekszik a barlangos ér- és izomszövet a lélekzöhám szomszédságában, míg ellenben a vele szemben levő érzéklőhám attól ment. A JACOBSON-féle csövön is hasonló a viszony, mint az EUSTACH-féle kürtön: rendszerint nyálkával el van dugaszolva, s csak izomműködésre (a kürt nyeléskor) nyílik meg és vesz fel levegőt; a szűk kivezető cső azért van, hogy a beszítt levegő benne lehetőleg sokáig visszatartassék. Így találtuk a cső nyílásának viszonyait a csúszómászóknak is (v. ö. fennebb), tehát éppen azon állatosztályban, amelyben a JACOBSON-féle szervnek jelentékeny fejlettsége miatt a működéséről is hasonlót kell feltételeznünk; s minthogy így van ez kivétel nélkül az emlősökön is, a nyílás szűk voltának jelentőséget kell tulajdonítani a szerv működésében, pl. azt, hogy a beáramlott levegőt, vagy folyadékot az érzéklés behatóbb kihasználására visszatartsa. Szintén nem lényegtelen a működés szempontjából a viszony a mirigykészülékhez, mert ez az emlősökben éppen úgy, mint a kétéltűekben igen jelentékeny, s emiatt váladékuk az érzéklésre nem lehet befolyás nélküli.

A *húsevők* (*carnivora*), pl. a kutya JACOBSON-féle szerve (13. ábra, *organ. Jacobsoni*) a kampóidomúlag görbült JACOBSON-féle porczogónak (*cart. paraseptalis*) homorulatában fekszik, s elül a STENSON-féle vezetékbe nyílik, mely tekintetben KLEIN leírásához nincs mit csatolnom. A STENSON-féle csőig folytatódik a JACOBSON-féle porczogó elülső vége is, és a STENSON-féle vezeték oldalán fekszik. A JACOBSON-féle porczogónak ilyen alakulása volt a JACOBSON-féle szerv magyarázatára befolyással, amennyiben a porczogó viszonyát a hámsőhöz jellegzőnek tartották, azonban a rágesálókban előforduló viszonyok ennek ellentmondanak. Egy érett szarvasmarha-

embryon, amelyet sorozatmetszeteken megvizsgáltam, úgy találtam, hogy a JACOBSON-féle cső félholdalakú átmetszete sokban hasonlít az egéréhez, csak hogy lejjebb fekszik az orrüreg fenekének szintjén, s kampóalakúlag görbült vastag JACOBSON-féle porczogóba van behelyezve a porczogós orrsövény alsó lekerekített vége alatt; a kétoldali JACOBSON-féle porczogótól közrefogott térben az áll-

13. ábra.



Újszülött kutya (*canis familiaris*) orrüregének haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv középrészének tájékából.

közi csont hátsó darabját találjuk. A STENSON-féle vezeték tájékáról vett harántmetszeteken azt látjuk, hogy a JACOBSON-féle porczogó a sövényporczogóval közvetlenül összefügg, s mellette egy másik kis porczogó is fekszik, tehát mindezek a sövényporczogónak levált részei. A JACOBSON-féle porczogó mediánfelé az állközi csont külső oldalán S-alakú görbülettel a szájpád felé le-

hajlik, s homorulatában réteges laphámmal fedett két cső átmetszete látszik; ezek közül a mediál szűkebb, a JACOBSON-féle cső elülső végének átmetszete (*ductus Jacobsoni*), az oldalsó tágabb, a STENSON-féle menet. Valamivel előbbre vezetett metszeten a szűk JACOBSON-féle cső a STENSON-féle menet mediál oldalára helyezkedik, és belenyílik.

A JACOBSON-féle szerv érzéklő hámfala a finomabb szerkezet tekintetében hasonlít az orrüreg szaglótájékának hámjához, azaz több rétegben fekszenek benne a magvak, melyek közül a felületes 1—2 sor jobban leköti a festéket, mint a mélyebbek (11. ábra). A hámréteg szabad széle felé vékony magnélküli csik van, mely a hámsejtek protoplasmájából áll. Erős nagyítással a karesú hengeralakú hámsejtek között meg lehet ismerni a pálczikaalakú érzéklő hámsejteket, melyek hasonlítanak a szagló hámsejtekhez. Feltűnő, hogy oly apró csöves mirigyek, minők a szaglótájékban vannak, a JACOBSON-féle szerv érzéklő háma alatt elő nem fordulnak. Ahelyett jól ki vannak fejlődve az oldalsó fal szomszédságában és a szerv hátulsó vak végén a csöves-bogyós mirigyek, a melyeknek bogyói aprók, s sejtjei sötéten szemcsések, azaz olyanok, mint a savós mirigyeké. Az idegeket illetőleg fehér egereken, a melyeken a mikroskopi kezelés következtében a JACOBSON-féle cső kissé összehúzódott és a környezettől levált, a keletkezett szabad térben jól láttam az érzéklőhámhoz menő finom idegszálakat. Kifejlett állatokon több kísérletet tettem az idegek viszonyát az érzéklő hámokban GOLGI-féle pokolkő-kezeléssel kimutatni, de eredményt nem kaptam. LENHOSSÉK MIHÁLY (28) idősebb embriókon kísérte azt meg, és úgy találta, hogy a szagló-ideg fekete száalai az érzéklőhámok között egészen a felszínig voltak követhetők, az érzéklőhámok pedig megnyúlt peczkekből álltak. SCHIEFFERDECKER (45) is megvizsgálta GOLGI-féle kezeléssel a hámot, és a megfeketedett idegeket az érzéklőhámokig volt képes követni. BRUN (9) és RETZIUS (38) is tanulmányozták az idegvégződést a JACOBSON-féle szervben.

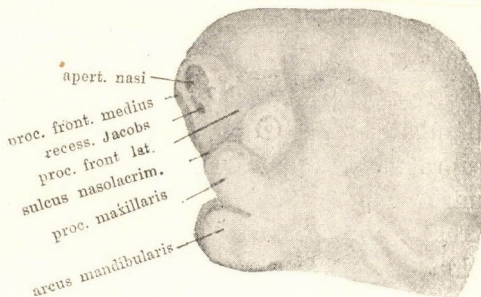
★

Minthogy a kifejlődött emlősök JACOBSON-féle szervéből a működésére nem lehet biztos következtetést levezetni, legfeljebb feltevésekre lehet támaszkodni: emiatt a fejlődéstani utat is meg-

kísértem, azon reményben, hogy ez fog valami felvilágosítással szolgálni, s megvizsgáltam macska-, mókus-, egér- és juh-embryokat, azonkívül fiatal emberi embryokat is.

A JACOBSON-féle szerv első fejlődése korai időkre esik, midőn az arcz első idomának beálltával annak nyúlványai fejlődni kezdenek. Akkor az orrüreg a középső és oldalsó homloknyúlványtól közrefogott bemélyedésből áll a fej homloki végén, melynek alsó részén a mediál falon a hám vályúalakban besüpped úgy, mint azt a 14. ábra egy öt hetes emberi embryoról mutatja (*recess. Jacobsoni*). Eszerint a JACOBSON-féle szerv a középső homloknyúlvány (*processus frontalis medius*) elülső alsó részének egy

14. ábra.



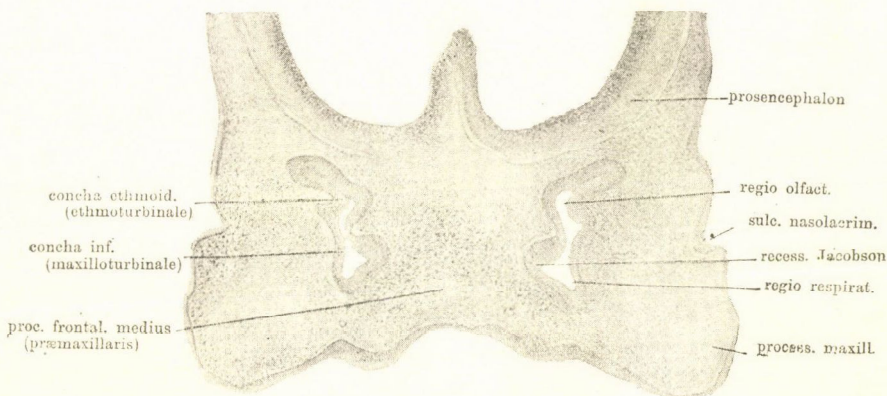
Öt hetes emberi embryo feje oldalról tekintve.

állandó képződménye, azaz a leendő orrsövénynek legelülső részéből indul ki a fejlődése, mely rész alatt az embrioi elemi szájpaddal függ össze, tehát ennek azon részével, amely az állalatti csont-hoz tartozik.

Az elemi orrüreg (*cavum nasale primarium*, 15. ábra) a középső homloknyúlvány (*proc. front. medius*) és felső állcsonti nyúlvány (*proc. maxillaris*) között fekszik, amelyeknek kinövésével lapos tömlővé lesz, melyet a tetején magas réteges hengerhám takar. Amint a kerek elemi orrgödör (14. ábra) a homloknyúlványok kinövésével átídomul a megnyúlt szaglótömlővé (15. ábra), a JACOBSON-féle szerv fejlődése már megindult, s a hámnak vályú-

alakú besüppedéséből áll az orrnyílás szomszédságában, ami ezen szervnek ősi eredetére vall, mert fejlődése egybeesik az elemi szervek fellépésével. Akkor a lapos szaglótömlőnek mediál falán alant mediánfelé hajló kitüremlés képződik, amint a 15. ábrán egy 16 mm. hosszú mókusembryo arcának harántmetszete mutatja (*recessus Jacobsoni*). A szaglótömlő oldalsó falán is van hasonló kitüremlés, de ennek egészen más a jelentősége, t. i. a felette fekvő duzzanat teszi a rostacsonti kagylók (*ethmoturbinalia*) kezdeties fellépését, az alatta fekvő duzzanat pedig az alsó orrkagylóvá (*maxilloturbinale*)

15. ábra.

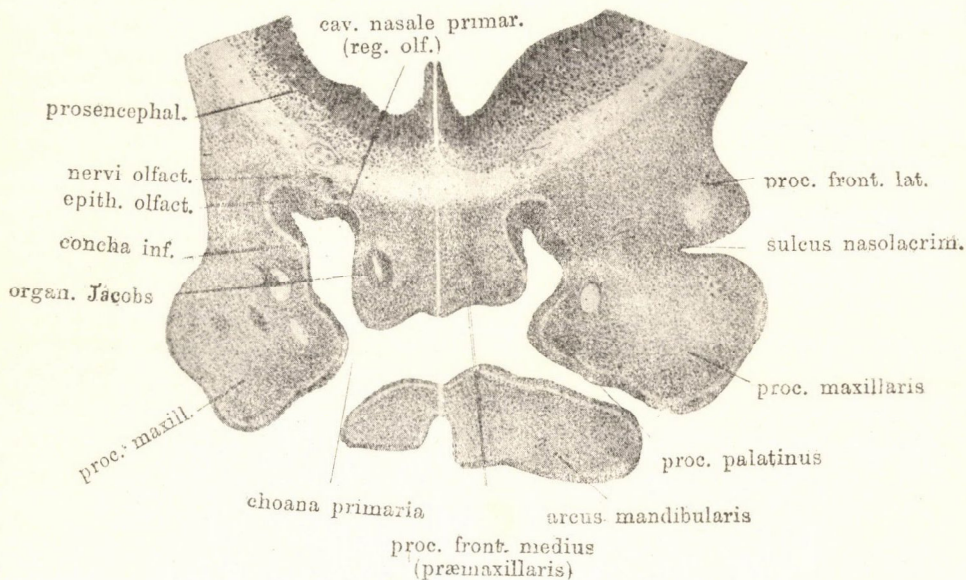


16 mm. hosszú mókusembryo (*scurus vulgaris*) arcának haránt átmetszete az elemi orrtömlő tájékából.

lesz. Ellenben a JACOBSON-féle kitüremlés (*recess. Jacobsoni*) olyan, mintha mirigycső keletkeznék belőle. Mindamellett nem lehet azt ilyenhez hasonlítani, mert ha vízszintes metszeteken nézzük az első keletkezését, akkor azt látjuk, hogy a betüremlés nem kerek csőalakú, hanem elülről hátrafelé megnyúlt barázdaalakú, ahol a hám korán magasabb, mint az orrtömlőnek hátulsó alsó részében, s ezen megnyúlt barázda hátrafelé vak csúcsba folytatódik, mely utóbb a középső homloknyúlvány, illetőleg orrsővény kötőszövetébe elülről hátrafelé a hám szomszédságában benő. Ezen benövés eleinte tömör hámcsap képében megy végbe, s csak utóbb terjed bele az üreg elülről hátrafelé. Ha ez megtörtént (16. ábra),

a középső homloknyúlvány (*proc. front. medius*) alsó részében mindkét oldalon kerek, vagy peteidomú átmetszetű réteges hengerhámú csövet találunk (*organ. Jacobsoni*), amely utóbb szöveti átalakulás következtében szaglőhámot kap egész terjedelmében (vakond), vagy csak az egyik falon (húsevők, patások, rágcsálók), s a sövényporczogóról levált porczogócskák hozzájuk közelebb juthatnak, vagy távolabb maradhatnak.

16. ábra.



18 mm. hosszú macskaembryo (*felis catta*) arczának és orrüregének haránt átmetszete a belső orrlyuk (choana) tájékából.

A JACOBSON-féle szerv fejlődéséből azon figyelemreméltó körülményt ismerjük meg, hogy ez nem fejlődik a mirigyek módjára, hanem kezdettől fogva sajátzerű képződmény az. Hogy emlősökben kezdeti nyoma a hámnak barázdaalakú behajlásában lép fel, a kapocsra mutat a krokodilfélékben előforduló egyszerűbb viszonyokhoz, melyekben ez mindvégig ilyen állapotban megmarad. Fekvése arra céloz, hogy az orrüreg lélekző részében (*regio respiratoria*) visszamaradjon valami az érzéklőhamból, s hogy ez védet-

tebb helyre jusson. Valószínű, hogy ez volt feladata a kétéltűekben és teknősökben az orrtömlő oldalsó falán, az ú. n. oldaltömlőben visszamaradt érzéklőhámnak is, ez azonban utóbb mint felesleges, lélekzőhámmá változott át, s csak a mediál falon levő része maradt vissza, amely utóbb hámesővé alakult át, hogy érzéklőhámja még jobban védve legyen. Ez mindig az embryoi középső homloknyúlvány alsó részébe van beágyazva, s ezen elhelyezés szabja meg a bírálatot arra, hogy mit kelljen JACOBSON-féle szervnek nevezni. Ha felveszszük azt, ami valószínű, hogy az orrüreg egy zsigerhasadéknak a maradványa (MILNES-MARSHALL),¹ akkor a JACOBSON-féle szervet zsigerívi érzékszervnek kell tartani, olyannak, mely a zsigerhasadéknak mediál falán alant talált székhelyet, míg a szagló-érzék annak a felső tájékát foglalta el a mediál és oldalsó falon.

6. Az ember.

Az *emberen* a JACOBSON-féle szerv nyílását RUYSCH² látta először 1703-ban, abba kutató pálezát vezetett be, és így le is rajzoltatta, azért némelyek aztajánlották, hogy ne JACOBSON szerint, hanem RUYSCH szerint neveztessek el (*ductus Ruyschii*). Minthogy azonban RUYSCH a csövecske jelentőségét és viszonyát a szagló-érzékhez nem ismerte, s a névcseré zavarokra adhatna okot, helyesebb, ha megmaradunk a JACOBSON-féle elnevezés mellett. Újabban az anatomiai társulat műszóbizottsága az *orrekecsonti szerv* (*organum vomeronasale [Jacobsoni]*) nevet fogadta el a megjelölésére. RUYSCH után, és még JACOBSON előtt két évvel SÖMMERRING (1809)³ is látta az orrsővényen a kis csövet, s szintén lerajzolta; JACOBSON után pedig MECKEL J. FR.⁴ tesz róla említést 1820-ban. Mindezek azonban csak szabad szemmel való vizsgálatokra szorítkoztak. Mikroskopi met-

¹ MILNES-MARSHALL, The Morphol. of the Vertebrate olfactory organ. Quart. Journ. of microsc. Science. XIX. 1879.

² RUYSCH, Thesaurus anatomicus III. Amstelod. 1703, p. 49. Tab. IV. 5.

³ SÖMMERRING, Abbildungen der menschlichen Organe d. Geruches. Frankfurt, 1809. Tab. IV. Fig 1., 9.

⁴ MECKEL J. FR., Handbuch d. menschlichen Anatomie. Bd. IV. 1820 S. 141.

szeteken először DURSÝ * vizsgálta meg 1869-ben 8—20 cm. hosszú emberi embryokon (állati embryokon is, nevezetesen disznón), s a sövényen fekvő kis hámesövet JACOBSON-féle szervnek tartotta, azonkívül leírta az orrsövény alsó szélén fekvő kis porczogókat, melyeket már JACOBSON is látott és azonosoknak tartott a HUSCHKE-től megemlített *ekeporczogókkal*. **

Ezen előzmények után KÖLLIKER (26, 27) vizsgálta meg pontosan az ember JACOBSON-féle szervét embryokon a 4-ik hónaptól kezdve felfelé, és felnőtt egyéneken is, s azt mondja róla, hogy nyílását hat hónapos emberi embryokon már szabad szemmel látni lehet, mikroskopi harántmetszeteken pedig kissé lapított cső, falát hengersejtek alkotják, melyeken a hatodik hónaptól kezdve csillogószőrök vannak; nyílása szűkebb, mint a menet, s kerek átmetszetű (hat hónapos embryon a lapított cső ürege 0.26 mm. magas s 0.086 mm. széles, míg a nyílásánál csak 0.42—0.22 mm.-nyi; hámja 54—59 μ . vastag); összes hossza nem több 1 mm.-nél. Környékén tulajdon kötőszöveti tokja van, s szomszédságában a hámból néhány mirigy-menet fejlődik. A cső mindig a sövény legvékonyabb részén van elhelyezve, s alatta, de nem közvetlen szomszédságában, fekszenek a JACOBSON-féle porczogók; az utóbbiak a felnőttön is megvannak csenevészeken. Felnőtt emberen a JACOBSON-féle cső a STENSON-féle vezetéktől átlag 5 mm. távol van, átlag 3.6 mm. hosszú (2.7 mm.), s nyílása 1.1 mm.-nyi; lefutása a sövényen már szabad szemmel megismerhető mint gyenge duzzanat (*lorus Jacobsoni*). A szaglóidegről azt mondja KÖLLIKER, hogy négy hónapos embryokon a hámesőig látott a sövény hosszában néhány szálát lehaladni, de ezek már a következő hónapokban elcsenevéstek; ezen alkalommal megemlíti azt is, hogy már SCARPA-nál előfordul a megjegyzés, hogy felnőtt emberen a szagló-ideg száalai a sövényen a JACOBSON-féle szerv tájékán érnek le a legmesszebb. A szerv jelentőségéről KÖLLIKER azt tartja, hogy csenevész maradványát teszi az emlős-állatok jól kifejtett JACOBSON-féle szervének, amelyekben azonban nem működhetik mint szaglószer, mely a levegőt a szájüregből

* DURSÝ E., Entwicklungsgeschichte d. Kopfes. Tübingen, 1869.

** HUSCHKE, Lehre v. den Eingeweiden u. Sinnesorganen. In SÖMMERING's Anatomie, S. 606.

felveszi, mert ennek ellentmond a szűk nyílása. JACOBSON nézete sem lehet helyes, hogy a mirigyesövek váladéka az orrlyukat nedvesen tartja, valamint CUVIER nézete sem fogadható el, hogy vele az állat a hasznos tápláló anyagokat a károsaktól megkülönbözteti. Mindezek kizárásával KÖLLIKER azon következtetésre jött, hogy mirigygazdagsága miatt talán egyszerű elválasztó szerv, avagy olyan nedveket választ ki, melyek a szaglóiideg szálaira akkép hatnak, hogy általuk az állat saját nedveinek chemiai összetételéről tudomást szerezhet.

KÖLLIKER után többen foglalkoztak az ember JACOBSON-féle szervével. POTIQUET (35) felnőtt élő emberen állítólag az orrlyukon át kutató pálczát volt képes belevezetni, és azt mondotta, hogy kiinduló helye lehet az átfúró fekélynek (*ulcus perforans septi*), oly nézet, melyet már LÖWE* is megemlített, s a berlini nemzetközi orvosi kongresszuson a gége-orrbetegségi szakosztályban ÓNODI és SANDMANN is lehetőnek nyilvánítottak.

RÖSE (42) az emberi embryo JACOBSON-féle szervét úgy írta és rajzoltale, mint KÖLLIKER. 18 cm. hosszú, 17 hetes emberi embryon az orrsővényen betüremlést látott (14. és 15. ábra, 469. és 470. lap), mely 0.7 mm. hosszú vak tömlőbe vezetett. Az alatta fekvő porczogócska elül összefüggött a sövényporczogóval, és két részre vált szét.

MERKEL (32) pontosan megvizsgálta az ember JACOBSON-féle szervét és szájpádvezetékét sorozatmetszeteken; egészben véve KÖLLIKER-éhez hasonló viszonyokat talált.

GARNAULT (14) ellentmond POTIQUET azon magyarázatának, hogy a sövényen előforduló kerek fekély a JACOBSON-féle szervből indul ki.

SCHMIDT E. (47) csak ismeretes dolgokat említ meg, s kimutatja az amúgy is ismert tényt, hogy a JACOBSON-féle szerv felnőtt emberen is megmaradhat. Ugyanazon nézete van a JACOBSON-féle porczogókról, melyekről GEGENBAUR azt állította, hogy a felnőtt emberben elpusztulnak, ellenben SPURGAT* és RÖSE (42) kimutatták a megmaradásukat.

* LÖWE L., Beitr. z. Anat. d. Nase u. Mundhöhle. Berlin, 1877.

** SPURGAT, Die regelmässigen Formen d. Nasenknorpel d. Menschen. Anat. Anzeiger VIII. 1893. S. 228.

RAUGÉ (37) kifejlett emberen a JACOBSON-féle szerv nyílását 5—8 milliméterrel találta az orrüreg feneke felett, s 23 mm.-rel ama szöglet mögött, melyet az orrsövény a felajkkal alkot. Osztja a nézetet, hogy ez okozza az átfuró sövényfekélyt, talán por vagy mikrobiumok belejutása következtében.

Legpontosabban felnőtt embereken ANTON (1) vizsgálta meg a JACOBSON-féle szervet, és pedig sorozatos metszeteken, melyeknek az lett az eredménye, hogy 7 eset közül 3 esetben volt meg. Nyílása szűk, s lefutásában hol tágabb, hol szűkebb, hámja pedig egyszerű hengerhám.

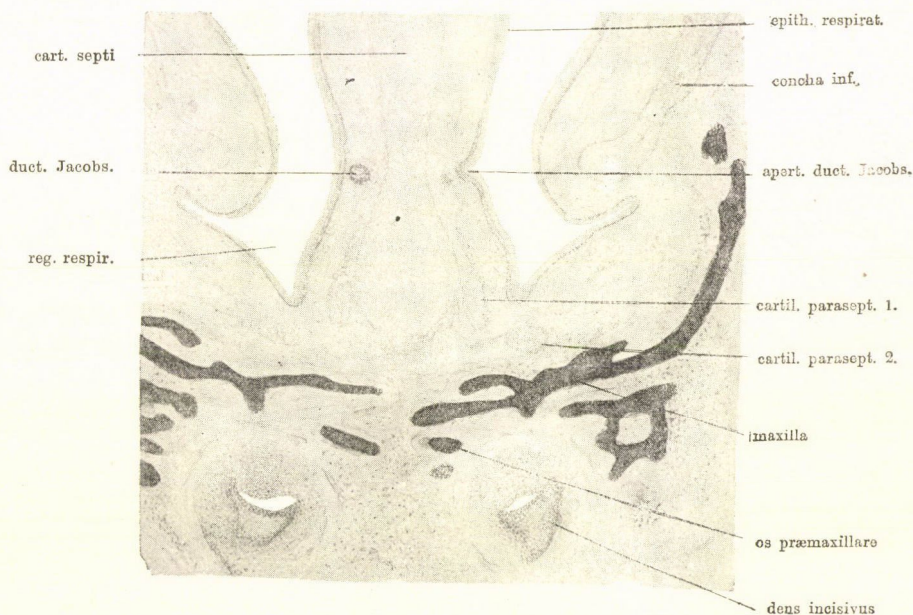
Megemlékeznek még a felnőtt ember csenevész JACOBSON-féle szervéről PIANA (33, 34) és ROMITI (39) is.

Ezekután saját vizsgálataimra térek át, amelyeket különféle korú emberi embryon a harmadik hónaptól egészen a születésig végeztem sorozatos metszetek tanulmányozásával. Ezek között néhány egészen friss példány volt, s minthogy pontos kezeléseket alkalmaztam (ZENKER-féle folyadék, mely 4—5 hónapos embryokat annyira mésztelenít, hogy savakkal való utólagos kezelés nem szükséges), a szöveti szerkezet épsége ellen nem tehető kifogás.

A JACOBSON-féle cső a porczogós orrsövény azon részének oldalán fekszik, mely alant az állelőtti csontig leterjed. 3—6 hónapos embryok arcának harántmetszetein látjuk (17. ábra), hogy a porczogós orrsövény (*cart. septi*) alant lekerekítve végződik, s oldalain 2—3 letagolt porczogócska fekszik (*cartil. paraseptalis*, 17. ábra), melyek fiatal embryokon (2 $\frac{1}{2}$ —3. hónapban) a porczogós orrsövény alsó részéről váltak le a porczogónak kötőszövétté való átalakulása által; a leválás hátulról tart előfelé úgy, hogy legelő a porczogócskák az orrsövényporczogóval még összefüggésben vannak, midőn hátrafelé már leváltak. Némelyike e porczogócskáknak az orrsövény feneke alatt fekszik, az állelőtti csont felett, közel az oldalsó orrporzogónak azon részéhez, mely az alsó orrkagyló szabad részéig leér, ami arra mutat, hogy mindezen porczogócskák az orrüreg bemenetét gyűrűalakban körülvevő orrporzogónak levált részeit teszik; a szétdarabolásra valószínűleg az orrüreg bemenetének magassági irányban való kinövése adott okot. Egyike a porczogócskáknak nagyobb, s legközelebb van a porczogós orrsövény alsó szabad széléhez (*cartil. paraseptalis*, 1., 17. ábra), ezt

félholdalakú idoma miatt *Jacobson-féle porczogónak* lehet nevezni, helyesebben azonban a SPURGAT¹ által ajánlott «sövénymelletti» porczogócska (*cartilago paraseptalis*) neve illik reája. Az orrsövényporczogó alsó része 4—5 hónapos emberi embryokban az alsó kiszélesedő vége felett egy helyen vékonyabb, s a vékonyabb helynek megfelelőleg fekszik a vastag nyálkahártyában a JACOBSON-

17. ábra.



4 $\frac{1}{2}$ hónapos emberi embryo orrsövényének haránt átmetszete a Jacobson-féle szerv elülső végének tájékából.

féle cső (*duct. Jacobsoni*), feljebb mint az orrsövénymelletti porczogócskák, tehát e tekintetben úgy viselkedik, mint némely emlős állatban (v. ö. fennebb), azaz a JACOBSON-féle csövet környező porczogócska az emberi embryóban nincsen, hanem csak sövénymelletti porczogócska különváltan a hámcsőtől.

¹ SPURGAT, Beitr. z. vergl. anat. d. Nasen- u. Schnauzenknorpel. SCHWALBE's Morphol. Arbeiten. V. 1896.

Kivéve a kezdetét és végét, a JACOBSON-féle cső harántmetszeten peteidomú, s ennek hosszabb átmérője függélyesen áll; falát egyrétegű hengeridomú sejtek alkotják, amelyeken jól kezelt készítményeken csillogószőrök is megismerhetők. Előfelé a cső szűkül, és kerek átmetszetű lesz (17. ábra), azután oldalfelé hajolva szűk nyílással az orrüregen szabadon nyílik; e tájékból vett harántmetszeten a nyílás betüremlés alakjában mutatkozik (*apert. duct. Jacobsoni*, 17. ábra a jobboldalon). Hátral a cső kihagyasedve végződik; hossza a kezdetétől a végéig 6—7 hónapos embryokon $\frac{3}{4}$ —1 mm., s ürege a tágabb helyeken 0.12—0.20 mm., a szűkebbeken félannyi.

Különös figyelembe veendő körülmény az, hogy a hengeres hámeső szomszédságában, és a végén is, nyirokszövethez hasonló *sejtbeszűrődés* van, ami azonban pontosabb vizsgálattal magából a hámesőből leváló hámesjtburjánzásnak bizonyodik be; ellenben a hámesőbe nyíló valódi mirigyeket emberi embryokon nem láttam. KÖLLIKER ama sejthalmazokat mirigyeknek tartotta, de pontos vizsgálatokból meggyőződtem, hogy a szomszéd kötőszövetbe beszűrődött sejtfoltok magából a JACOBSON-féle csőből válnak le, de nem lesznek valódi mirigyekké, hanem csak sejtbeszűrődéssé. Tulajdon kötőszöveti fala a JACOBSON-féle csőnek nincs, legalább oly különálló hüvelyt, aminőt KÖLLIKER lerajzol, nem láttam, hanem csak tömöttebb értartalmú kötőszövetet a szomszédságában.

A leírt alaktól néha eltérések fordulnak elő abban, hogy a hámeső átmetszete nem szabályos petekör- vagy kerekidomú, hanem helyenkint behúzódt, mintegy háromoldalú; más esetekben pedig a jobb és baloldalon nem egyforma átmérőjű, hanem az egyik valamivel szűkebb. A legfeltűnőbb eltérés az, hogy a két cső részaránytalanul fekszik, t. i. az egyik oldalon magasabban, mint a másikon, sőt haránt hámszid által két részre osztott hámesövet is láttam.

A részaránytalan fekvés többnyire elgörbült porczogós orrsövényű embryokban fordul elő, mely elgörbülés különösen szembe-tűnő a porczogó alsó vékony részén. Ennek megfelelőleg a JACOBSON-féle cső hosszában embryokon a nyálkahártya is behúzódt úgy, hogy a JACOBSON-féle szerv szomszédságában az összes orrsövény vékonyabb, mint felette és alatta (17. ábra). A harmadik hónapban és azon túl szagló-ideg rostjait a JACOBSON-féle szerv szomszédságában

nem láttam, s kétségesnek tartom KÖLLIKER-nek azon állítását, hogy az általa leírt szálak idegek volnának. E tekintetben könnyen felcserélések foroghatnak fenn sima izom- vagy kötőszöveti huzamokkal; az idegek pontos kimutatására mindenestre más eljárások lesznek szükségesek, mint a közönséges festések, pl. GOLGI-féle kezelés, de ennek megvannak a nehézségei, mert egészen friss anyagra van szükség, ilyen pedig az emberre vonatkozólag ritkán áll rendelkezésre. 5—7 hónapos emberi embryokéhoz hasonlónak találtam a viszonyokat némely újlilági *majmon*, ezeken is hengeres sejtekkel takart szűk hámcső volt az orrüreg alsó részén elül, melyben érzéklőhámsejteket nem lehetett jól megismerni. A megnyúlt hámsejtek magvai az emberi embryóban 3—4 rétegben fekszenek, s egészen olyanok, mint fentebb a madarak csenevészes JACOBSON-féle szervéről említettem; oly réteges hengerhám az, minőt az embryok lencse-árokjában, szaglőhártyáján, és eleinte a központi idegrendszerben is találunk.

Az előadottakból az következik, hogy az ember és a majmok JACOBSON-féle szerve a csenevészes képződmények közé tartozik, és pedig azoknak a csoportjába, amelyek már egyáltalában csenevészesen fejlődnek ki, nem pedig visszafajtázás útján jutnak ezen állapotra (mint pl. a tobozmirigy, mellékpetestések, GERALDES-féle szerv stb.). Egy csoportba tartozik a csenevészesen fejlődő nyelvvalatti redővel, pislogó hártyával, a fejverőéri, dobüregi és farksoni mirigyekkel, a pajzsnyelvmenettel (ductus thyreoglossus, His.) stb. Ezeket feladat nélküli csenevészes szerveknek lehet mondani, melyeknek csak az ősökben volt működésük, eszerint valószínű, hogy idővel egészen ki fognak pusztulni a szervezetből. A csenevészes szerveknek másik csoportja még most is működést át el a szervezetben, mint azt tökéletesebb berendeződésükből, s állandóbb előfordulásukból lehet következtetni, minő pl. az agyalapi mirigy, pajzsmirigy, belső csecsmirigy, stb.

Hogy a JACOBSON-féle szerv az emberben a csenevészes képződmények közé tartozik, amellet egybevetése az emlősökkel szól, nevezetesen az orrüreg méreteihez arányított kicsinysege, hámjának eltérése az érzéklő hámjellegtől, különösen pedig a szaglő-ideg hiánya; azonkívül az is, hogy a JACOBSON-féle mirigy is hiányzik, amely egyedül a hámcső falától kiinduló nyálkahártyai szabály-

talán hámbeszüremkedés által van képviselve. A rajta észlelhető szabálytalanságok és felnőtt emberben való esetleges hiánya, valamint üregének tágulata és szűkületei is, a csenevész szervekre bélyeges jelek közé tartoznak. Mindezen jelek annyira eltérővé teszik az ember JACOBSON-féle szervének szerkezetét az emlősökétől, hogy kérdés merülhet fel, vajjon azzal egyáltalán egyértékes-e, avagy nem volt-e igaza GEGENBAUR-nek (12), midőn azt egy orrmirigy vezetékének mondotta. Ugyanis némely majomban, pl. stenopsban, a sővényen elül jelentékeny mirigy fekszik, s ennek kivezető csőve úgy nyílik, mint az ember JACOBSON-féle csőve, amiből GEGENBAUR azt következtette, hogy az ember JACOBSON-féle szerve a stenops orrmirigyével, illetve a vezetékével egyértékes, s tulajdonképeni JACOBSON-féle szerve az embernek nincs is. Nézetének támogatására felhozta GEGENBAUR azt, hogy az ember JACOBSON-féle szerve nem fekszik az orrüreg legalsó részén, s nem nyílik a STENSON-féle vezetékebe, mint emlősökben szokott, azonkívül nincs viszonya a JACOBSON-féle porczogóhoz, hanem feljebb fekszik, s hámjának be rendezése nem emlékeztet az érzéklőhámokra, valamint a szagló-ideg sem küld hozzá szálakat.

Ezen ellenvetések közül a fekvés, nyílás és a JACOBSON-féle porczogóhoz való viszony egészen mellőzendő, mert úgy találjuk ezen viszonyokat sok emlőállatban is; az érzéklőhám hiánya pedig fejlődési visszamaradásból magyarázandó, mert emlősembryokban is eleinte a JACOBSON-féle csövet többretegű megnyúlt közömbös hámsejtek képezik, egészen olyanok, minők 3—4 hónapos emberi embryokban vannak; e tekintetben a JACOBSON-féle cső olyan viszonyú, mint az embryoi velőcső, lencse- vagy hallóárkocská. Ezen hám megmarad az emberben (és a majmokban is) a fejlettség alacsony fokán, s a JACOBSON-féle szerv egyáltalán nem jut az érzékszervi magaslatra, emiatt nem is alakul át hámja érzéklőhámmá, s a szagló-ideg rostjai sem fejlődnek ki; működéshiánya miatt mirigyei is fejletlenek vagy csenevészések maradnak. Mindezek következtében kétségtelen, hogy az embernek kérdéses képződménye egyértékes az emlős és más állatok JACOBSON-féle szervével, és nem mirigyvezető cső az, mint ahogy GEGENBAUR állította. Ellenkezőleg az mondható, hogy a stenops orrmirigye erősen fejlett JACOBSON-féle mirigy (medial orrmirigy), mely váladékát a csenevész JACOB-

son-féle csövön át juttatja az orrüregbe épúgy, mint ahogy a madarakon is előfordul (v. ö. fennebb); e felvétellel a viszonyok sokkal jobban vannak magyarázva, mint a GEGENBAUR-féle állítással. A JACOBSON-féle szerv elcsenevészésének ugyanis az emlősöktől az emberhez valamely közbeneső állapotokon kellett átesnie, s ennek nyomait kétségtelenül a majmokban kell keresnünk. Ebben az irányban még kiegészítő vizsgálatok lesznek megejtendőek (talán az álmajmoktól várható felvilágosítás!), ilyenek hiányában csak annyi tartható valószínűnek, hogy a csenevészésedés nem egyszerre indult meg, hanem előbb a cső érzékhámi bélyege mosódott el, ellenben a mirigy még megmaradt, mignem némi ingadozások után ez is elcsenevészett úgy, hogy az emberi embryóban csak hámbeszüremkedésekben vannak a nyomai képviselve.

Az ember JACOBSON-féle szerve az orrüregnek megvékonyodott helyén fekszik elül a STENSON-féle menet szintáján, de magasabban, mint ennek felső szájadéka, amely azonban csak fiatal embryokon nyitott, a terhesség közepétől kezdve pedig egészen el van zárva réteges lapos hámmal (MERKEL, LEBOUcq).^{*} E helyen felnőtt emberben az orrsövényen a vivőerek igen tágak. KIESSELBACH^{**} szerint ott a barlangos szövetnek egy fajtája van, mely miatt e hely (*locus Kiesselbachi*) hajlamos a megbetegedésekre és könnyen vérzik; orrtükörrel nézve az említett hely piroságával tűnik szembe, s kutató pálczával való érintéskor kis kanyargós vivőerek is szembetűnnek; az is figyelemre méltó, hogy az át-fúró orrfekély is többnyire a JACOBSON-féle szerv helyén szokott képződni. Valószínűnek tartom, hogy az említett helyen fekvő tág vivőeres szövet az emlősökben a JACOBSON-féle szerv szomszédságában levő barlangos és izomdús szövetnek a maradványát teszi, amivel a KIESSELBACH-féle hely sajátyszerűsége meg volna magyarázva. Minthogy az orrüregnek említett részén vérzések, fekélyek és átlukadások gyakrabban fordulnak elő, mint egyebütt, ebből némelyek (LÖWE, RAUGÉ, POTIQUET) azt következtették, hogy ama

^{*} LEBOUcq H., Le canal nasopalatin chez l'homme. Arch. d. biol. II. 1881.

^{**} KIESSELBACH, Ueber Nasenbluten. Tagebl. d. 58. Vers. d. deutschen Naturf. u. Aerzte in Strassburg, 1885.

megbetegedéseknek a JACOBSON-féle szerv volna az oka, illetőleg ebből indulnának azok ki, mint ahogy egyáltalán csenevész szervek gyakran megbetegedésekre adnak okot (féregnyúlvány, mellékpeté-fészek stb.). Ezen magyarázatnak ily fogalmazással alapja nincsen, ha t. i. a megbetegedéseket a JACOBSON-féle hámesőből kiindulóknak állítjuk; ellenben alaposan mondható, hogy a JACOBSON-féle szerv szomszédságában a nyálkahártya szerkezetében van a megbetegedések oka, amennyiben ennek véreire és táplálkozási viszonyai mások, mint az üreg többi részén, s ott van a porczogós orrsövénynek vékonyabb része is, mely az embryok nagyobb számában sajátos görbülései miatt nem fog oly kedvező táplálkozásban részesülni, mint a sövényporczogó többi része. Hogy az embryoi JACOBSON-féle szerv hámjából kiinduló hámbeszüremlésnek is van-e része a megbetegedésekben (nevezetesen az átfúró sövényfekélyre lehetne gondolni), ez iránt vizsgálatok lesznek megejtendők, azonban más embryoi csirok későbbi burjánzására való tekintetből, annak lehetőségét nem lehet tagadni.

Hogy a JACOBSON-féle szerv miért satnyul el az emberben, s miért van meg az emlősökben jól működő fejlettségben, erről felvilágosítást adni az eddigi vizsgálatok alapján nem lehet. Ugyanolyan alapon kérdezhető, hogy miért csenevész a csúszómászók némely fajtájában e szerv, s miért esett működésváltozáson át a madarakban. Feltéve, hogy a JACOBSON-féle szerv szaglásra való, az emberen előforduló elcsenevészését a szaglóérzéknek összes fogyásából lehetne magyarázni; minthogy azonban oly állatokon, melyeken a JACOBSON-féle szerv csenevész (krokodil, madarak), a szaglószerelv fogyatékos voltáról szó sem lehet, ez amellet szólni, hogy a JACOBSON-féle szervnek fajlagos feladata van, amiről azonban fogalmunk sincs, mert e szervnek bennünk való csenevész állapota miatt nem tudjuk a működését megítélni. Kigyó- és gyík-félékben a JACOBSON-féle ideg a szagló-ideg ellenében önállóbb úgy a végződésében, mint az eredésében is, ami fajlagos működésére enged következtetni, mert úgy látjuk egyéb érzéklő idegeken is, hogy külön eredés külön működéssel jár. Végleges felvilágosítás czéljából a JACOBSON-féle szerv működéséről állatkísérletek lennének végzendők. Egy macskán és több házinyúlön a szájtüregből a STENSON-féle menet irányában tüzes tüvel ezen menetet és feljebb

a JACOBSON-féle szervet elpusztítottam. Ezen eljárást azért választottam, hogy az orrüreg szaglórészében a nyálkartyának bántalmazását elkerüljem, ami a külső orrlyukon végzett kiirtásnál beállott volna. Minthogy azonban eredményt ama néhány kísérlet nem adott, mert az állatok az ételek irányában csakúgy viselkedtek, mint megelőzőleg: ez amellet szól, hogy a tápláló anyagok szaglási érzéklése a szájüregből alig lehet a szerv feladata, hanem olyasmi, amiről fogalmaink hiányoznak (ivari működés a párok felkeresésére, vagy bizonyos tápláló anyagoknak felkeresése stb.).

IRODALOM.

1. ANTON, Beitr. zur Kenntniss d. Jacobson'schen Organes bei Erwachsenen. Verh. d. Deutsch. otol. Ges. 4. Vers. in Jena, 1895. I. 55; und Zeitschrift f. Heilkunde. Prag, XVI. 1895.

2. BALOGH C., Das Jacobson'sche Organ des Schafes. Wiener acad. Sitzungber. XLII. Nr. 3. 1860.

3. BAWDEN H., The nose and Jacobson's Organ, with esp. Ref. to Amphibia. Journ. of comparat. Neurol. 1894. pag. 115.

4. BEARD J., The nose and Jacobson's Organ. Morphol. Studien, I. Jena, 1889. — Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontogenie. III. 1889. S. 772.

5. BORN G., Entstehung d. Thränencanales u. Jacobson'sches Organ d. Amnioten. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur. 1. Aug. 1877.

6. — Die Nasenhöhlen u. der Thränenanasengang d. amnioten Wirbelthiere. I. Saurier. 2. Vögel. Morpholog. Jahresb. V. 1879. 3. Ibidem. VIII. 1883.

7. BROMM R., On the Organ of Jacobson in the Monotremata. Journ. of Anat. and Physiolog. V. N. S. X. 1895.

8. — Observations of the Relations of the Organ of Jacobson in the Horse. Proc. of the Linn. Soc. of New-South Wales. V. 21.

9. BRUNN A. von, Die Endigung d. Olfactoriusfasern im Jacobson'schen Organ d. Schafes. Archiv f. mikr. Anat. XXXIX. 1892.

10. DUVAL M. et GARNAULT P., L'organe de Jacobson chez les Chiroptères. Compt. rend. d. la Societé d. biol. S. 10. T. II. 1895. p. 478.

11. FLEISCHER R., Beitr. z. Entwicklung d. Jacobson'schen Organs u. z. Anat. d. Nase. Sitzungsber. d. phis.-med. Societ. zu Erlangen. 1877. Nbr.

12. GEGENBAUR C., Ueber d. Rudiment einer septalen Nasendrüse b. Menschen. *Morpholog. Jahrb.* XI. 1886.

13. GANIN M., Quelques fait à questions sur l'organe de Jacobson chez les oiseaux. *Travaux de la Societé de nature de Charkow* 1891. (oroszl); és Charkow 1893 (oroszl).

14. GARNAULT, Contrib. à l'étude d. l. Morphol. d. fosses nasales. L'organe de Jacobson. *Compt. rend. de la Societé de biol. Ser. X. I. II.* 1895. p. 322.

15. GRATIOLET, Rech. s. l'organe de Jacobson. Thèse d. Paris. 1845.

16. HARVAY REUBEN T., Note an the Organ of Jacobson. *Quart. Journ. of micr. Science.* XXII. 1882.

17. HERZFELD P., Ueber d. Jacobson'sche Organ d. Menschen u. d. Säugethiere. *Zoolog. Jahresb. Abth. Anat. u. Ontogenie.* III. 1888.

18. HOWES G. K., On the probable existence of Jacobson's Organ among the Crocodilia. *Proc. Zool. Soc. London*, 1891. p. 148.

19. JACOBSON M., Descript. anat. d'un organ observé d. l. mammifères. *Ann. d. Mus. d'hist. naturelle*, XVIII. Paris, 1811. Rapport par Cuvier, p. 412—24.

20. — Sur une glande conglomerée appert. à la cavité nasale. *Nouveau Bull. d. l. soc. philomatique de Paris.* III. 6. 1813.

21. JÜNGERSEN, Bitrag til Kundskaben on det Jacobsoniske Organ. *ctr. Saertigk of Metropol. Idbydelseskrift for* 1881.

22. KLEIN E., A contrib. to the minute anat. of the organ of Jacobson. *St. Barthol. Hosp. Rep.* XVI. 1881.

23. — Contributions to the minute anatomy of the nasal moucons membrane; and minute anatomy of the organ of Jacobson in the Guinea pig. *Quart. Journ. of micr. Science.* XXI. 1881.

24. — The Organ of Jacobson in the Rabbit. *Quart. Journ. micr. Sc.* XXI. 1881.

25. — The organ of Jacobson in the Dog. *Quart. Journ. of micr. Sc.* XXII. 1882.

26. KÖLLIKER A. von, Ueber d. Jacobson'sche Organ d. Menschen. *Gratulationsschr. d. med. Fac. in Würzburg an Rinecker.* Leipzig, 1877.

27. — Entwickl. d. Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen. *Verhandlung d. med. Gesellsch. Würzburg N. F.* XVII. No. 8. 1883.

28. LENHOSSÉK M., Die Nervenursprünge u. Endigungen im Jacobson'schen Organ d. Kaninchens. *Anat. Anzeiger* VII. 1892. No. 19 u. 20.

29. LEYDIG, Zur Kenntniss d. Sinnesorgane d. Schlangen, *Archiv f. mikr. Anat.* VIII. 1872.

30. LEYDIG, Zirbel u. Jacobson'sche Organe einiger Reptilien. Archiv f. mikr. Anat. L. 1897.

31. MEEK A., On the occurrence of a Jacobson Organ in *Crocodilus porosus*. Journal of Anat. and Physiol. V. N. S. 1893.

32. MERKL Fr., Jacobson'sches Organ und Papilla palat. beim Menschen. Anat. Hefte, Wiesbaden, I. 1892. S. 213.

33. PIANA G. P., Contrib. alla conoscenza d. strutt. e d. funzione dell' organo del Jacobson. Mem. d. accad. della Scienze dell' istituto. (Referálva: Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. VII. 1882. S. 325.)

34. — Dei denti incisivi etc. e dell' organo di Jacobson nell' uomo. Monit. zool. ital. II. 1891.

35. POTIQUET, Du canal d. Jacobson, de l' possibil. d. le reconnaître, s. l. vivant etc. Rev. de Laryng. Paris, XI. 1891.

36. RAUGÉ P., Anat. microsc. de l'organe de Jacobson chez le boeuf et chez le mouton. Arch. internat. d. laryngologie etc. 1893.

37. — Le canal incisif et l'organe de Jacobson. Arch. intern. de Laryng. de Paris etc. III. 1894.

38. RETZIUS G., Die Riechzellen d. Ophidier in d. Riechschleimhaut u. im Jacobson'schen Organ. Biol. Untersuch. VI. 1895.

39. ROMITI G., Rudim. di organo di Jacobson nell' uomo adulto. Boll. d. Soc. fra i cultori scienze med. in Siena, 1884.

40. Rosenthal, Ueb. d. v. Jacobson in d. Nasenhöhle entdeckte Organ. Zeitschr. f. Physiologie v. Tiedemann u. Treviranus. II. 1826.

41. RÖSE C., Ueb. d. Jacobson'sche Organ v. Wombat u. Opossum. Anat. Anzeig. VIII. 1893. S. 766.

42. — Ueb. d. rudimentäre Jacobson'sche Organ v. Krokodilen u. d. Menschen. Anat. Anzeiger, VIII. 1893. S. 458.

43. SEYDEL O., Ueb. d. Nasenhöhle u. d. Jacobson'sche Organ d. Amphibien. Morphol. Jacob. XXIII. 1895.

44. — Ueber die Nasenhöhle u. das Jacobson'sche Organ d. Land- u. Sumpfschildkröten. Festschrift z. 70. Geburtstage v. C. Gegenbaur. II. Leipzig, 1896.

45. SCHIEFFERDECKER T., Das Jacobson'sche Organ. In Heymann's Handbuch d. Laryngologie u. Rhinologie. III. 1896. S. 141.

46. SCHMIDT ELLIOT, Jacobson Organ and the olfactory bulb in *ornithorhynchus*. Anat. Anz. XI. 1895. No. 6. 162.

47. SCHMIDT E., Ueb. d. postembr. Weiterbestehen des Jacobson'schen Organs etc. Inaug.-Diss. Berlin, 1896.

48. SCHWINK J., Ueber den Zwischenkiefer etc.; und Beitr. z. Entwicklung d. Organum Jacobson. München, 1888.

49. SLUITER C. TH., Das Jacobson'sche Organ in *Crocodilus porosus*. Anat. Anz. VII. 1892. S. 540.

50. SYMINGTON M. D., On the Nose, the Organ of Jacobson etc. in the *Ornithorhynchus*. Proceed of the Zool. Soc. London, V. 1891.

51. — On the Organ of Jacobson in the Kangaroo and Rock Wallaby. Journ. of Anat. and Physiol. V. 26. N. S. 5. 1892.

52. WIEDERSHEIM R., Stammesentw. d. Jacobson'schen Organs. Tagebl. d. Naturf. Vers. z. Salzburg, 1881.

53. WRIGHT-RAMSAY, On the Organ of Jacobson in *Ophidia*. Zool. Anz. IV. 1883. No. 144.

(A. M. T. Akadémia III. osztályának 1897. nov. 22.-én tartott üléséből.)

A GÁZFEJLŐDÉSRŐL PANKREAS-EMÉSZTÉS KÖZBEN.

KLUG NÁNDOR r. tagtól.*

I.

HÜFNER ** 1874-ben nagy körültekintéssel végzett kísérletei alapján azt találta, hogy bélgázok nem formált erjesztők, tehát enzymeek, működése következtében fejlődnek. HÜFNER a pankreas-sal eszközölt fibrinemésztést vette vizsgálat alá bacteriumok, gombák lehető kizárásával. Kezdetben úgy végezte kísérleteit, hogy a közvetlenül az állatból kivett mirigyet 1—2 napig abszolút alkoholban tartotta, majd az előbb felfőzött s ezután lehűlt fibrin-tömeggel meglehetősen összetett szerkezetű készülékben hozta össze oly formán, hogy e közben a két anyag csakis átizzított levegővel jött érintkezésbe. De csakhamar azt találta, hogy a friss mirigy nem használható, mert belseje inficiált és rohadás áll be. A friss mirigyet azért amorphi, glycerinkivonatból alkohollal nyert fermentporával helyettesítette s így sikerült a kísérlet. Az emésztés 3—6 napig tartott. Eredményképen szénsav fejlődött, ellenben nem képződtek éghető gázok; a kísérlet alatt az oldatban levő anyagok egyike sem kötött chemiaailag oxygent. Szénsav fejlődött akkor is, ha azt a kis mennyiségű oxygent, mely az emésztőnedvvel a lombikba jutott, kiszivattyúzta (X. kísérlet). A fibrinnel és fermenttel telt lombikból minden még jelenlevő gázt, így tehát a még kiszivattyúzható chemiaailag nem kötött oxygent is eltávolította, és mégis a kísérlet végén kiszivattyúzott gáz túlnyomó nagy része szénsav volt. A kísérletek egyszersmind azt is mutatták, hogy a fermentoldat maga oly szorosan köt oxygent, hogy ez belőle újra ki sem szivattyúzható. HÜFNER véli: «hogy csakis a fibrinnek az oxygendús fermenttel való érintkezésekor, a kettőnek

* Közlemény a budapesti egyetem élettani intézetéből.

** Journal f. prakt. Chemie. 1874. X. köt. 1. l.

egymásra hatása alatt képződik a szénsav. A kettőnek melyike, vajjon a fibrinmolekula vagy a fermenté adja-e le a szénsavat, az egyelőre eldöntetlen marad.»

HÜFNER egy második közleményében* azután kísérleteket közöl, melyekben fibrint ferment nélkül oxygennel hoz össze, és ekkor három hét alatt az egész oxygen eltűnik, s helyébe szénsav lép. E kísérleteiből kiderül egyszersmind az is, hogy a kísérlet végén képződött szénsav mennyisége csökken és pedig annál nagyobb mértékben, minél tökéletesebben történt a lombikban jelenlevő levegő kiszivattyúzása. HÜFNER mindebből azt következteti ezen második közleményében, hogy a szénsav képződése épen nem függ a fermenthatástól, hanem oxydatiós folyamat eredménye, mely erjesztő jelenléte nélkül is folyik. Éghető gázok még oxygen lehető pontos kizárásával sem léptek föl. HÜFNER megjegyzi, hogy emésztés alatt éghető gázok fölléptét mégis csak mikroszkopos, élő organismusok okozzák. Fibrinnel rohadó sajt-infusumban végzett kísérletek alatt tényleg fejlődött hydrogen, a mely azonban származhatott épen úgy a sajt fehérjéből, valamint annak zsírából.

KUNKEL** is vizsgálta a mesterséges pankreas-emésztéskor föllépő gázokat és szénsavat, hydrogent, kénhydrogent, nitrogent, methant talált. Ezek közül a kénhydrogen és a methan a 9—10 óráig tartó kísérletnek csak vége felé léptek föl. Ha ezeket az adatokat a HÜFNER-éivel összevetjük és ha tudjuk, hogy KUNKEL a mirigygyel in toto emésztett, a nélkül, hogy a rohadás kizárásáról bármiként is gondoskodott volna, és így a rohadást el sem kerülhetette, hajlandók vagyunk a gázok képződését ezen utóbbinak betudni.

WASSILIEFF*** fibrint pankreas-kivonatban emésztett, a melybe oly mennyiségben adott calomelt (1%), hogy ez bizonyára antiseptikusan és aseptikusan hatott, és ilyenkor kevesebb szénsav fejlődött, mint oly kivonatban, melyhez calomelt nem tett; de egy esetben sem talált hydrogent vagy kénhydrogent.

Egyéb adat a gázfejlődésről, rohadás kizárásával, tudtommal

* Journal f. prakt. Chemie. 1875. XI. köt. 43. l.

** KUNKEL: Verhandlungen der physik.-medic. Gesellschaft in Würzburg. 1875. N. F. 8. köt. 134. l.

*** Zeitschrift f. physiol. Chemie VI. köt. 112. l.

nem áll rendelkezésünkre, és minthogy a HÜFNER által észlelt szénsavképződés oxydatiós terméknek bizonyult, s ezt WASSILIEFF sem zárta ki kísérleteiben — mert az utóbbi szerző az emésztő-folyadékot levegővel telt gazometerbe adta, sőt kísérlet alatt abban többször össze is rázta — : a tétel még ma is ott áll, hogy emésztés alatt enzimhatásból gáz nem fejlődik ; hogy különösen a bélben folyó emésztéskor szabaddá váló szénsav részint a vérből, részint a fehérjék rohadásából, a szénhidratok tej- és vajsavas erjedéséből, részint alkalicarbonatból származik, a midőn a pankreasnedv és bélnedv alkalicarbonatját a gyomor sósava és a rohadásnál keletkező organikus savak közömbösítik.*

Kísérleteim, melyeket közlendő vagyok, ezzel szemben éppen azt bizonyítják, hogy gázok fejlődése, nevezetesen szénsav képződés, enzimhatás eredménye is lehet.

II.

Ha vértől és más szövettől lehetően megtisztított friss pankreast finomra vágva emésztésnek teszünk ki, egyszersmind a rohadást elkerülendő, thymollal együtt, akkor gyakran észlelünk gázfejlődést.

Midőn más célokra 10 db. 2750 gr. súlyú marhapankreast 1000 cm³ párolt vízben 27 gr. porított thymollal 38—40 C°-on 7 lit. hengerüvegben 20 órára emésztésnek kitettem, a tartalom erősen megemésztődött volt és a folyadék felszínén habos pankreas-darabkák gyűltek meg ; sőt ezek egy része mintegy ki is futott s fődte az üveg külső felületét, valamint a thermostat fenekét. Egy másik kísérlet alkalmával 300 grm. pankreas 150 cm³ vízben 3 grm. thymollal 0.1659 gr. szénsavat fejlesztett. Más mirigygyel, így gyomormirigyekkel teljesen hasonló módon végzett emésztési kísérleteim alkalmával gázfejlődést sohasem tapasztaltam, de más szerzők sem tesznek ilyesről említést, kik desinfiensül szintén thymolt használtak.

Általában 0.1%-os thymololdat az alkoholos és tejsavas

* HAMMARSTEN O.: Lehrbuch der physiol. Chemie. III. Aufl. (1895) 279. l. GAMGEE Arth.: Die phys. Chemie der Verdauung (1897) 482. l.

erjedést teljesen megszünteti (LEWIN); az emésztési kísérleteimhez adott thymolmennyiség ezt messze fölülmúlta. Bár thymol hideg vízben csak nehezen oldható (1 : 1100), mégis a thermostat melegében több meg belőle oldatba, és hogy a thymol itt a rohadást gátolja, mutatja az a tapasztalat, mely szerint, ha pankreast és thymolt 3 héten át emésztésnek teszünk ki a fent leirt módon, avagy az emésztett és leszűrt pankreas-kivonatot hasonló hosszú ideig hagyjuk állani, rohadás nem áll be, és e mellett az oldott trypsin emésztő képességét megtartja. Érdekesnek tartottam tehát ezen, a thymolos pankreas emésztésnél esetlegesen megfigyelt gázképződést közelebből is vizsgálat alá venni, annál is inkább, minthogy bizonyos körülmények között a leszűrt, mesterséges pankreasnedvvel is kaptam gázfejlődést. Minthogy HÜFNER-nek és WASSILIEFF-nek ismeretes kísérletei, de az enyémié is különösb- ben a szénsavfejlődésre utalnak, mindenekelőtt ezt akartam behatóbban vizsgálat alá venni.

III.

Kísérleteimre marhapankreast használtam. Ezt reggel a vágóhidról hozatván, rendesen délig, folyóvízsugárnak tettük ki, a vértől lehetőleg megtisztítandó, majd a kötszövettől, zsírtól, vérerektől megszabadítva, húsörlőben felapróztuk, s az így nyert mirigypépet vagy directe használtuk a kísérlethez, vagy belőle 20 órán át tartó emésztés útján kivonatot készítettünk, mely hideg helyen tartva, mint mesterséges pankreasnedv szintén emésztésül szolgált. Az emésztés a fecskendő-üvegek módjára készült, légmentesen záró üvegpalaczkban történt. A palaczk hosszabb, a folyadékba is bemerülő üvegcsőve tiszta levegő bevezetésére szolgált. A levegőt szénsavmentessé teendő, előbb két kalilúgot, majd egy baryumhydroxydot tartalmazó üvegedényen vezettük át, mielőtt az emésztő edénybe került. A rövidebb üvegcsövet, melyen át a gáz távozott el, két egymásután következő Pettenkofer-féle csővel kötöttük össze, melyeket előre pontosan titrált barytoldattal töltöttünk meg. A levegő mérsékelt áramlását aspirátor végezte.

Néhány ilyen módon pankreassal, mesterséges pankreas nedvvel, pankreas siccum-mal és trypsinnel végzett kísérletem eredményét a jelen (I.) táblázatban adom :

1. Táblázat.

A kísérlet		A kísérlet berendezése	CO ₂ gr.-okban	Megjegyzések
napja	száma			
1897. III. 24.	1.	300 gr. pankreas, 150 cm ³ viz 3 gr. thymol.	0·1659	
III. 29.	2.	300 gr. pankreas, 150 cm ³ viz 3 gr. thymol, 10 cm ³ mandulaolaj	0·275	
IV. 7.	3.	300 gr. pankreas, 150 cm ³ viz 3 gr. thymol, 10 cm ³ olaj	0·155	
IV. 8.	4.	200 cm ³ pankreas- kivonat 10 cm ³ olaj	0·259	Ezt a pankreas-kivonatot IV. 7-én 1260 gr. pankreas, 680 cm ³ viz és 18 gr. thymollal nyertem
IV. 11.	5.	200 cm ³ pankreas- kivonat	0·058	A pankreas-nedvet IV. 10-én 1230 gr. pankreas, 600 cm ³ viz és 18 gr. thy- mollal nyertem
		200 cm ³ ugyanazon kivonat 20 cm ³ olaj	0·159	Ugyanaz
IV. 12.	6.	200 cm ³ ugyanazon kivonat 20 gr. főtt keményítő	0·025	Ugyanaz
		200 cm ³ ugyanazon kivonat 20 cm ³ olaj	0·239	Ugyanaz
IV. 13.	7.	200 cm ³ ugyanazon kivonat	0·025	Ugyanaz
IV. 21.	8.	200 cm ³ pankreas- kivonat 4 gr. fibrin	0·038	A pankreas-kivonatot IV. 20-án 1650 gr. pankreas, 1650 cm ³ viz, és 32 gr. thymollal nyertem. Fehérjét jól emészt.
		200 cm ³ pankreas- kivonat 10 cm ³ olaj	0·078	

A kísérlet		A kísérlet berendezése	CO ₂ gr.-okban	Megjegyzések
napja	száma			
IV. 27.	9.	45 gr. pankreas siccum 405 cm ³ víz 3 gr. thymol	0	Maga a pankreas siccum jól megemésztődött.
		45 gr. pankreas siccum 405 cm ³ víz 3 gr. thymol; 10 cm ³ olaj	0·112	
IV. 29.	10.	200 cm ³ trypsin-oldat 2 gr. thymol 10 cm ³ olaj	0	A trypsinoldat 2% trypsin-t tartalmazott s fehérjét igen jól emésztett.
		200 cm ³ trypsin-oldat 2 gr. thymol 4 gr. fibrin (főtt)	0	

Ezekből a kísérletekből látható, hogy pankreas önemésztése alatt szénsav lesz szabaddá (1—3. kísérlet), hogy mesterséges pankreas-kivonattal végzett emésztés közben szintén nyerhető szénsav, ha olajat adunk hozzá (5., 6. kísérlet).

Pankreas-kivonat magában 0·058 gr. szénsavat szolgáltatott, de ha ugyanazon kivonat 200 cm³-jéhez olajat adtam, a szénsav mennyisége 0·159—0·239 gr. volt. Keményítőből emésztés alatt éppen nem fejlődött szénsav; fibrinből sem, vagy pedig csak igen csekély mértékben (8. kísérlet). Ezen utóbbival, ha egyáltalán képződött is szénsav, úgy az a fibrinben levő csekély mennyiségű zsírtól származik; mi abból következtethető, hogy fibrinnek trypsinrel való emésztésekor (10. kísérlet) éppen nem fejlődött szénsav. Ha a 4—7. és 8-czal jelölt kísérletek eredményeit egymással összehasonlítjuk, úgy igen felőtlő, hogy az utolsó esetekben rendkívül csekély volt a gázfejlődés. Úgy látszik nem mindegyik pan-

kreas képes zsírból szénsavat szabaddá tenni; ezen körülményt különben a később közlendő kísérleti adatok még jobban támogatni fogják. Az a pankreas-kivonat is, mely frissen, avagy az 1—2. napon emésztéskor gázt produkált, elveszti ezen képességét, mihelyt határozott savanyú reactiót nyer. Pankreas siccum ön-emésztésekor nem kaptam gázfejlődést, sőt olaj hozzáadására (9. kísérlet) is csak nyomokban. Itt tehát azon enzim, mely szénsavat tesz szabaddá, vagy egészen hiányzik, vagy csak igen csekély mennyiségben van jelen. A trypsinnel végzett kísérletek igazolják, hogy az a szénsav fejlődésében nem részes.

Ezek a kísérletek tehát arra utalnak, hogy a szénsav, mely önemésztés alatt a pankreasból szabaddá lesz, az abban levő zsírból keletkezik s azt a véleményt keltik, hogy enzim zsírra való hatásának a következménye.

IV.

Vajjon itt a szénsavképződés oxydatio vagy lehasadás eredménye-e, erre nézve ABELOUS és BIERNE* óta tudjuk, hogy a pankreasnak oxydáló képessége nincsen. Másrészt azonban SCHULTZE HUGÓ** csak 100 C° fölött nyert zsírokból oxydatio útján szénsavat, s arra következtet, hogy csak erjesztők képesítik az oxygent zsírok oxydálására; ellenben FRANK OTTÓ*** szerint a magasabb zsírsavak sói már közönséges hőmérséken is bomlanak, oxydatiós hasadást szenvednek a levegő oxygenjének behatására. Ezért én az oxygen teljes kizárásával is végeztem kísérleteket, és pedig úgy, hogy az emésztőnedven emésztés közben levegő helyett tiszta hydrogent vezettem át.

A zinknek kénsavra való hatásából nyert hydrogent épen úgy, mint az előző kísérletekben a levegőt, kalilúggal, majd barytvizzel telt edényeken vezettem át, mielőtt az emésztőnedvhez jutott volna. Mindezt, tehát a hydrogenfejlesztő készüléket, a kalilúgos, barytvizes üvegeket, az emésztő-palaczkot, egymással és a Petten-

* Archiv de physiol. norm. et path. 1895. 198. 1.

** Pflüger Archiv etc. XVIII. köt. 398—404. 1.

*** Archiv f. Physiologie. 1894. 51. 1.

kofer-féle elnyelő-csővekkel üvegcsövek segélyével kötöttem össze a nélkül, hogy bárhová is gummicsövet alkalmaztam volna az összekapcsolásra; az egészet pedig felfőzött víz alá helyeztem, hogy így a levegő behatolását teljesen megakadályozzam. Desinficiensül thymolon kívül még sublimatot is használtam. Tapasztaltam ugyanis, hogy kísérletek, thymollal kezelt pankreas-kivonat és olajjal, nem mindig teljesen mentesek rohadástól, s ezt annak kell betudnom, hogy az olajok a thymolt könnyen oldják és a pankreas-kivonatból is elvonnak thymolt s ezért fordultam a sublimathoz is. Sublimat egyáltalában igen jó desinficiensnek bizonyult az emésztéseknél, és a gázfejlődést nem akadályozta. Így egy edényben, melyben 3335 gr. pankreas, 1660 cm³ víz és 5 gr. sublimat emésztésnek kitéve volt, egy nap alatt 3·7 gr. szénsav fejlődött.

1 : 5000 sublimatoldat teljesen megbízható desinficiens. Sőt 1 rész sublimat 20,000—30,000 rész vízre teljes biztossággal megsemmisíti a vizsgálat alá vett mikroorganizmusokat, sporabíró és spóramentes bacillusokat és coccusokat. (Koch R.) * Mindamellett ZWEIFEL P. ** a vért 0·2 ‰ sublimatoldatban sok hét múlva teljesen elváltozotttnak találta, tele micrococcusokkal és pálczika bacteriumokkal, a folyadék egyúttal igen rossz szagot árasztott. Fehérjenemű anyagok kötik a sublimatot, és HgO-albuminat képződik, mely rosszabb desinficiens, mint a carbolsav (Mikulich). Mindamellett ez a HgO-albuminat képződése lassan folyik le, az emésztést rohadással nem zavarja, legalább nem, ha elegendő volt a sublimat, az első két napon át, mely idő alatt én rohadást sohasem tapasztaltam. De, hangsúlyozom, sohasé használjunk 1 ‰-nél higabb sublimatoldatot, a mire annál kevésbé van szükség, mivel az emésztés még 2 ‰ sublimat tartalom mellett is jól folyik. 1 : 2000 sublimattal végzett kísérletnél a 24 órás emésztés végén már a rohadás nyomai mutatkoztak. Hogy milyen alkalmas és épen nem zavaró a sublimat fehérjeemésztésnél, mutatja a következő kísérlet. 15 gr. pankreast 200 cm³ vízzel és 0·2 gr. sublimattal tettem ki emésztésnek 24 órára a thermostatba, azután a

* BERNATZIK W. és VOGL A. E.: Lehrbuch der Arzneimittellehre. 1891. 138. és 449. l.

** Zeitschrift f. physiol. Chemie. 1881. VI. köt. 419—420. l.

folyadékot leszűrtem. A leszűrt folyadék spektrophotometerrel végzett vizsgálatánál az oldott albumin mennyisége 1.62408 extinció-coëfficiensnek felelt meg. Ezen leszűrt folyadék 30 cm^3 -ébe 15 gr. fibrin-t tettem ki 20 órás emésztésnek, és az ezután újból leszűrt folyadék 7.00560 extinció-coëfficiensnek felelt meg.*

Rohadásnak, kénhydrogennek nyoma sem volt. Különben, mint ismeretes, a *HgO*-albuminat képződését konyhasó hozzáadásával megakadályozni, vagy legalább késleltetni lehet, a konyhasó oly mennyiségével, mely a higanychlorid mennyiségének legalább tizszerese.** Ez okból 1% -os sublimat és 1% -os konyhasóval is végeztem néhány kísérletet, de ily körülmények között az emésztést nem találtam oly jónak; olajjal néhány nap alatt, dacára a konyhasónak, a sublimat bomlik is. Hogy 1% -os sublimat tényleg jól desinficiál, mutatják azok a kísérletek is, melyeket nyál-mirigygyel, nyers hússal, valamint a melyeket felfőzött pankreas-mirigygyel végeztem, s a melyekben gáz fejlődését egyáltalában nem tudtam megfigyelni. Hasonlóan kaptam teljesen friss pankreast, a melynek emésztődése közben sem sublimat, sem thymol segítségével eszközölt desinficiáláskor gázfejlődés nem történt, míg ez másik pankreassal végzett kísérletek alatt ugyanoly desinficiálással bekövetkezett. Ily körülmények között emésztésekhez a sublimatot kétség nélkül jó desinficiensül fogadhatjuk el.

A hydrogen befolyásával végzett kísérletek eredményeit a következő (2.) táblázatban adom:

* Ha PFLEIDERER R. (Pflüger Archiv etc. LXVI. köt. 613. l.) a sok tizedesen, miket spektrophotometeres vizsgálatok eredményeikben adnak, megütközik, úgy arról nem tehetek, hogy a logarithmus táblák 5—7 tizedes számokból állanak, valamint abban sem vagyok hibás, ha δ a spectrophotometeres eljárást túlságosan körülményesnek találja.

** BERNATZKI és VOGL i. h.

2. Táblázat.

A kísérlet		A kísérlet berendezése	CO_2 gr.-okban	Megjegyzések
napja	száma			
V. 13.	1.	200 cm ³ pankreas-kivonat	0·109	Ezt a kivonatot ápr. 12-én 2860 gr. pankr.-ból 2860 gr. viz és 29 gr. thymol segítségével nyertük.
		200 cm ³ pankreas-kivonat 20 gr. glycerin	0·0994	
V. 14.	2.	200 cm ³ pankreas-kivonat 4 cm ³ acid. aceticum	0·0421	Ugyanaz a kivonat.
		200 cm ³ pankreas-kivonat 4 gr. főtt fibrin	0·0897	
V. 15.	3.	200 cm ³ pankreas-kivonat 20 cm ³ mandolaolaj	0·4305	Ugyanaz a kivonat.
V. 31.	4.	200 cm ³ pankreas-kivonat 10 gr. olaj 0·6 thymol	0·217	2750 gr. pankreasból, 1400 cm ³ viz és 28 gr. thymollal előző napon nyert kivonat.
		200 cm ³ pankreas-kivonat 10 gr. stearin 0·6 thymol	0·024	
V. 10.	5.	150 gr. pankreas 150 cm ³ viz 0·3 gr. Hg Cl ²	0·304	

Ezen vizsgálatok bizonyítják, hogy itt a CO_2 képződése nem oxydatio, hanem hasadás eredménye. A glycerin hozzáadásával tett kísérlet mutatja, hogy az nem szaporította a CO_2 mennyiségét; legkevesebb szénsavat kaptam, ha az emésztőnedvhez acid. aceticumot adtam. Nem hasít tehát le szénsavat az itt ható erjesztő a

a glicerinnél, sem a nagyobb mennyiségben jelenlevő szabad savból, sőt ez utóbbi az erjesztőt teljesen tönkre teszi. Épen mint-hogy savak az itt ható erjesztőt könnyen megsemmisítik, nem sikerül sublimattal thymol helyett oly mirigykivonatot nyerni, mely zsírral emésztésnek kitéve, szénsavat tenne szabaddá; mert az az emésztő folyadék, melyet sublimattal pankreas-mirigyből nyertünk, ha a zsírok hasadása történt, a 20 óra végén már savanyú reactiót ad és az enzym többnyire már tönkre ment. A 2. táblázatból egyúttal kitűnik, hogy a stearinnal végzett emésztési kísérlet egészen eredménytelen. Olajon kívül még friss olvasztott vajjal is kísérleteztem, és egy esetben körülbelül 0.338 gr. szénsavat kaptam. Ezekből következik, hogy csak olyan zsírok, melyek az emésztés hőmérsékén elfolyósodnak, adnak szénsavat pankreas-emésztés alatt.

V.

Ha, a mint a kísérletek igazolják, zsírok hasadása alkalmával szénsav fejlődik, akkor nem lehetetlen, hogy más gázok is, így talán hydrogen is, válnak szabaddá. Ezt eldöntendő, a fentiekhez hasonló emésztési kísérleteket végeztem oly üvegedényekben, mint a műyeneket anaërob bakteriumok tenyésztéséhez szokás használni. Az edények üveg dugókkal voltak elzárva, és olyanok, hogy higany-légszivattyúval kiszivattyúzhatók. A pankreast vagy a mesterséges mirigynedvet az üvegbe adván, abból a levegőt kiszivattyúztam, s úgy tettem a thermostatba.

Az emésztés lefolyása után a folyadék felett levő gázt higany-nyal eudiometer csőbe hajtottam s azt a Bunsen-féle methodussal analysáltam.

Kísérleteim legtöbbjét ezen módon végeztem, s mindenek-előtt megállapíthattam, hogy a gázfejlődés itt sokkal kisebb mértékű volt, mint az előző kísérletekben. Oka a nagyobb mérvű gázfejlesztésnek a megelőzőt kísérletekben a folytonosan áramló levegő, illetve a hydrogen volt, mely az emésztőfolyadékot állandóan mozgásban tartotta, és a fejlődő gázt úgyszólván rögtön magával is ragadta. A jelen kísérletek alatt a nyugalom és az a körülmény, hogy az emésztés produktumai magát az emésztést hátráltatják, nagyon is mérsékeltek a gázfejlődést. Különben a kísérletek

ugyancsak pankreassal és pankreas-kivonattal, mely utóbbi thymollal, sublimattal, de glycerinnel is GRÜTZNER* methodusa szerint készült, történtek. Ez utóbbi abban állott, hogy 100 gr. pankreasból 900 cm³ glycerin és 100 cm³ 1% Na_2CO_3 oldattal nyert kivonat szolgált emésztőnedvül.

Eredmény nélküli volt a kísérlet 1%-os fluornatrium és pankreas, valamint fluornatrium-oldattal készült pankreas-kivonat használatánál is; sem zsíremésztést, sem gázfejlődést nem kaptam. A zsíremésztéshez sublimat, 1%-os konyhasó is kedvezőtlennek bizonyult, tény, hogy valamelyes emésztés, sőt gázfejlődés is észrevehető volt, de mindez sokkalta csekélyebb mértékben, mint azt a sublimatnak egyedüli alkalmazásakor láttuk. Úgy látszik tehát, hogy a sók, legalább 1%, vagy ennél magasabb százalékban a zsíremésztésre hátrányosak.

Olajat tisztán is kitettem 5 napon át légüres térben a thermostatba, ezenkívül 10 gr. olajat 200 cm³ 1% thymolt tartalmazó vízzel, majd olyannal, mely 1‰ sublimatot tartalmazott, majd 1‰ sublimatot és 1% konyhasót tartalmazó vízzel 20 órára adtam a thermostatba a nélkül, hogy a gázfejlődés csak legkisebb nyomát is tapasztaltam volna. Épen így nem fejlődött gáz akkor sem, ha pankreas helyett húst vagy nyálmirigyet, olajjal vagy a nélkül használtam az emésztéshez. Mint az előző kísérletek alatt, úgy ezekben is előfordult, hogy kaptunk pankreast, vagy készült oly pankreas-kivonat, mely emésztés közben gázt nem fejlesztett, míg más pankreas ugyanúgy kezelve, sok gázt adott. A trypsinemésztés körül tett tapasztalatok után azt hittem, hogy ez azon időtől függ, mely az állat halála és a pankreasnak emésztésre való kitétele közt eltelik. Ezen föltevésemet megerősítik a 3. táblázat 13—15 adatai, melyekben friss pankreassal 2.00, míg ugyanazzal, miután éjen át hideg helyen állt, 8.86 cm³ szénsavat nyertem. Másrészt azonban kiderült, hogy ha oly pankreas, mely még melegen érkezett az intézetbe és rögtön felhasználtatott az emésztéshez, semmi gázt sem fejlesztett, akkor annak maradéka akkor sem ad gázt, ha előbb 12—18 órán át hideg helyen, hol rohadás be nem következett, tartottuk. Hasonlóan nem áll be gázfejlődés a pankreas

* Pfüger Archiv etc. XII. köt. 303. l.

thymollal kezelt kivonatában sem, még ha a kivonat 1—2 napon át a levegőn szabadon is állott, s azután zsírral emésztéshez került; a mint a kivonatnak neutralis vegyhatása sem változott észrevehetően. Ha tehát az enzim az állat elpusztításakor a pankreasban jelen nem volt, akkor ez a pankreasban, vagy annak kivonatában többé egyáltalán föl sem lép. Legbiztosabban kaptam gázfejlődést akkor, ha nem 1, vagy legfeljebb 2 pankreast, hanem sokat (5—10 dbot) vettem egyszerre használatba, nyilván mivel ilyenkor mindig oly pankreas vagy pankreasok is kerültek a keverékbe, melyekben az enzim is befoglalva volt. Ehhez hasonló viszony végre más erjesztő körül is tapasztalható, ez is hol jelen van valamely pankreasban, hol pedig hiányzik benne. Mint ismeretes, azt találták, hogy úgy a leölt állat pankreas-kivonatából nyert mesterseges nedv, valamint a sípolyból folyó nedv sem tartalmaz mindig trypsin, magam pedig pneumoniában vagy typhusban elhalt egyének pankreas-kivonatában szintén a trypsin hiányát ismertem fel, míg olyan hullák pankreasaiból készült kivonatok, hol a halál váratlanul különben ép egyéneken, például szívbénulás következtében állott be, kitűnően emésztettek.

Pankreassal még oly kísérletet is végeztem, hogy az egyik felét a szétörölt pankreasnak emésztéshez használtam, a másik felét pedig üveglemezre kiterítve meleg helyen, lassú beszáradásnak, illetőleg önemésztésnek tettem ki. A frissen használt pankreasfél zsiremésztéskor adott gázt, ellenben az a fél, mely 24 órán keresztül az üveglapon feküdt, vagy ennek kivonata, hatás nélküli volt. Rohadás tehát nem állott be, de az enzim is elpusztult.

Mindezek a tények megerősítik azt a föltevést, hogy a pankreasban erjesztő van, mely zsírokat úgy hasít, hogy e közben gázok lesznek szabaddá. Ezek a gázok rohadás termékei nem lehetnek, hisz akkor minden esetben képződniök kellett volna, és nem lett volna szabad hiányozniok akkor sem az emésztésnél, mikor pankreas desiniciens nélkül használat előtt hosszabb időn át, sőt meleg helyen, állt. A tények egyszersmind azt is mutatják, hogy ezen erjesztő nem mindegyik pankreasban van jelen, hogy nem halál után, mint postmortalis jelenség lép föl a mirigyben. Az erjesztő gyorsan megy tönkre; igen könnyen akkor, ha a pankreas vagy kivonata csak némileg savanyú vegyhatású lesz.

A következő (3.) táblázat ilyen gázmeghatározások eredményeinek átnézetét nyújtja, olyan gázokét, melyek légritkitott, illetve légüres térben emésztéskor képződtek. A gázok térfogata 0 C° és 760 mm higanynyomásra van redukálva. (Lásd 87. és 88. l.)

Az ezen táblázaton jelzett kísérletek legfeltűnőbb jelensége, hogy a kísérletek nagyobb számánál hydrogen lép föl, míg methan absolute nem, még nyomokban sem volt kimutatható.

Az 1—3. kísérletek egy és ugyanazon pankreas-kivonattal történtek, és egészben kevés gázt kaptunk; már sokkal nagyobb volt a gázfejlődés a 4—6. alattiakban, melyekhez más pankreas-kivonatot használtam. Egy ízben olaj helyett a kivonathoz olvasztott vajat adtam, de a gázfejlődésben lényeges különbséget ez nem okozott. A GRÜTZNER szerint friss pankreasból glicerinnel készült kivonatot a 7—9. alattiakban tettem vizsgálat tárgyává, melyekben 200 cm^3 kivonat mindig 10 cm^3 olajra hatott. Mind a három kísérlet alkalmával 20 órás emésztés után sikerült ugyan szénsavat kimutatnom, de hydrogent nem. A gázfejlődés általában csekély volt, s a harmadik napon még szénsavat is csak felette kis mennyiségben kaptam. Az erjesztő tehát legnagyobb mennyiségben a második napon volt a kivonatan jelen, és harmadnapra legnagyobb részben eltűnt. Azon kísérletek közt, melyeket mirigygyel és sublimattal végeztem (3. táblázat 10—12.), van egy, mely esetben disznózsírt tettem ki emésztésnek (12.); a szénsav és hydrogen viszonyszáma alig volt észrevehetőn más, mint vajemésztésnél thymollal kezelt pankreaskivonatanban (6.); mindkét esetben mindkét gáznak körülbelül egyenlő mennyisége volt jelen.

Néhány kísérletben emésztés közben levegő jutott az edénybe, mert az üvegcsapok rosszul zártak; így különösen az 5., 7., 9., 12—15. esetekben. De ez a körülmény nem okozott észrevehető változást a gázfejlődésben: az emésztés közben szabadabbá lett gázok közt a szénsavat és hydrogent épen úgy levegő, tehát oxygen jelenléte mellett, valamint mondhatni ez utóbbiaknak teljes hiánya mellett is (1—4., 6., 10. kísérletek) megtaláljuk.

A szénsav és hydrogen mennyisége közti viszony igen különböző, s nem felel meg annak a viszonynak, mely vajsavas erjedés alatt föllép ($3\text{ CO}_2 : 4\text{ H}_2$). Az itt végbemenő folyamat a vajsavas

erjedéstől lényegesen különbözik még abban is, hogy ez utóbbi oxygen jelenlétében megsemmisül, míg a pankreaserjesztő zsírbontása oxygen jelenlétében épen úgy folyik, mint annak teljes hiányakor. A zsírbasadás módja a 3. táblázat adataiból le nem vonható, minthogy a szénsav és hydrogen viszonya nem állandó. Mérsékelt gázfejlődés közben (1—3. kísérlet) a fejlődő gáz viszonylag sokkal több szénsavat tartalmaz, mint hydrogen, míg erősebb gázfejlődéskor a mennyiségek közel egyformák voltak. De még ez utóbbi esetekben is majd a szénsav (4., 10., 11. kísérlet), majd meg a hydrogen mennyisége (5., 6., 12. kis.) volt több. Végre azon kísérletekben, melyekben a gázfejlődés csak igen csekély fokú volt, a hydrogen teljesen hiányzott (7—9., 13—15. kísérlet). Kell tehát, hogy a hydrogen, miközben szabaddá lesz, újra vegyileg megkötessék, s az ily módon eltűnő hydrogen mennyisége a képződött szénsavhoz viszonyítva nagyobb, gyengébb, mint erősebb gázfejlődés alatt. Lehet, hogy a nem telített zsírsavak, vagy más szerves összeköttetések, esetleg az igen hamar pusztuló erjesztő maga is, kötik a hydrogent in statu nascendi. Hogy ezt eldönthessük, szükségünk volna tiszta, elkülönített erjesztőt használni kísérleteinkben. De ez egyelőre óriási nehézségekbe ütközik, mert az erjesztő rendkívül pusztuló valami, és az oldatból nemcsak annak meg-savanyításakor (2. tábla 2.), de a nélkül is néhány nap alatt eltűnik.

Minthogy a glycerin az erjesztővel gázt nem ad, kell, hogy a zsírsavak gyökei legyenek azok, melyek itt tovább bontatnak, s e bontásnak képződésük, felszabadulásuk pillanatában azonnal kell végbe mennie, minthogy különben, ha a zsírsavak oly nagyobb mértékben gyűlnek meg az emésztőfolyadékban, hogy ennek reakciója lakmussal kimutathatólag savanyú lesz, az enzym maga elpusztul.

A tápanyagok változása emésztés alkalmával hasonló ahhoz, melyet azok magas hőmérséken szenvednek. Így a fehérjék túlhevített vízgőzben ugyancsak albumosokká és peptonokká válnak, melyek végül a közönséges amidosavakká esnek szét; keményítő forró vízzel kezelve, vagy híg ásványsavakkal főzve ugyancsak dextrinekké és cukorrá alakul, és a hangyasavról ismeretes, hogy az 160°-ra hevítve szénsavra és hydrogenre esik szét, míg a ma-

gasabb, a közönséges hőmérséken szilárd zsírsavak átpárlás közben, vagy túlhevített vízgőzben szintén szétesnek; talán hasonló is ez utóbbihoz a zsirerjesztő hatása.

Mindenesetre nagy valószínűséggel állítható a közölt kísérletekből, hogy a zsírok emésztése nem csupán azoknak zsírsavra s glycerinre való hasadásában és szappanok képződésében áll, hanem hogy ez sokkal mélyebbre ható folyamat, mely alatt mint végtermék szénsav és hydrogen is képződik. A jelenség általában emlékeztet a trypsinnek a fehérjékre gyakorolt hatására, melynek primär produktumai az albumosok és peptonok, melyek azonban tartósabb behatásra tovább esnek szét leucinre, tyrosinra és glutaminsavra. Mint a fehérjék, úgy a zsírok is az emésztésnél tovább esnek szét, mint a mennyire ez, azok értékesítése czéljából a a szervezetben előnyösnek látszik.

3. Táblázat.

A kísérlet		A megvizsgált gáz mennyisége cm ³ -ekben	CO ₂ cm ³ -ekben	H ₂ cm ³ -ekben	A viszony		Megjegyzés
száma	berendezése				CO ₂ %	H ₂ %	
1.	200 cm ³ pankreas kivonat 10 cm ³ olaj	18·88	14·47	3·86	78·95	21·05	pankreas kivonat thymollal készült, egészben nem sok gáz
2.	ugyanaz	20·7	15·22	4·07	78·91	21·09	ugyanaz
3.	ugyanaz	5·23	3·76	1·44	72·31	27·7	ugyanaz
4.	ugyanaz	26·33	15·30	10·64	59·01	40·99	friss pankreas kivonat, thymollal készült, sok gáz
5.	ugyanaz	19·44	4·06	4·582	46·88	53·12	ugyanaz sok levegő jutott az emésztő folyadékba
6.	200 cm ³ pankreas-kivonat 10 gr. vaj	25·35	12·2	12·4	49·56	50·44	ugyanaz a kivonat
7.	200 cm ³ glycerin-kivonat 10 cm ³ olaj	15·1	2·20	0	—	—	glycerin kivonat Grütznerszerint, kivonás történt 1 napon át
8.	ugyanaz	4·99	3·188	0	—	—	ugyanaz, kivonás történt 2 napon át
9.	ugyanaz	8·25	0·307	0	—	—	ugyanaz, kivonás történt 3 napon át
10.	100 gr. pankreas 100 cm ³ víz 0·2 Hg Cl ₂ 10 cm ³ olaj	22·36	9·98	9·88	50·26	49·74	friss pankreas

A kísérlet		A megvizsgált gáz mennyisége cm ³ -ekben	CO ₂ cm ³ -ekben	H ₂ cm ³ -ekben	A viszony		Megjegyzés
száma	berendezése				CO ₂ %	H ₂ %	
11.	150 gr. pankreas 150 cm ³ víz 0·3 gr. Hg Cl ₂	36·79	19·47	17·05	53·32	46·68	friss pankreas
12.	100 gr. pankreas 100 cm ³ víz 0·2 gr. Hg Cl ₂ 10 gr. disznózsír	18·3	3·211	3·54	47·56	52·44	friss pankreas, sok levegő jutott az emésztő folyadékba
13.	100 gr. pankreas 100 cm ³ víz 2 gr. thymol.	14·59	2·00	0	—	—	a vágóhídról melegen kapott pankreas
14.	100 gr. pankreas 100 cm ³ víz 2 gr. thymol.	21·36	8·86	0	—	—	ugyanaz, de éjen át hideg helyen állott
15.	100 gr. pankreas 100 cm ³ víz 0·2 Hg Cl ₂ 2·0 gr. Na Cl	4·69	2·648	0	—	—	az utóbbi pankreas

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1897 decz. 13.-án tartott üléséből.)

ÉDESVÍZI MIKROSKOPI ÁLLATOK CEYLONBÓL.

DADAY JENŐ I. tagtól.

Az 1896. év elején a magyar államkormány megbízásából és anyagi támogatásával dr. MADARÁSZ GYULA m. nemz. muzeumi állattári őr gyűjtő kirándulást tett Ceylon szigetére. Gyűjtései folyamában kiterjesztette figyelmét az édesvízi mikroskopi szervezetre is, a mennyiben több termőhelyről tekintélyes mennyiségű, borszeszben konzervált anyagot is hozott magával a magyar nemzeti Múzeum állattára részére. A gyűjtött anyag feldolgozása, mint a magyar nemzeti Múzeum állattára egyik tisztviselőjének, nekem jutott osztályrészül s e feladatra annál készségesebben vállalkoztam, mert ez úton kedvező alkalmam nyílt Ceylon szigetének édesvízi mikroskopi szervezetei felől az eddigi irodalmi közleményeket tetemesen meghaladó adatok nyújtására.

A rendelkezésemre állott és feldolgozott anyagot dr. MADARÁSZ GYULA a következő termőhelyekről és időben gyűjtötte:

Colomboi tó, Jan. 29.

Kalawewai tó környéki mocsarak, Febr. 7., 12., 18.

Madatugamai mocsár, Febr. 22.

Mahaveliganga folyó melletti mocsarak, Márc. 8.

Mount-laviniai mocsarak, Márc. 21.

A megfigyelt állatkák legnagyobb részét, főleg pedig az új *Rotatoriákat*, az *Oligochaetákat* s az *Entomostracákat* mikroskopi præparatumokban konzerváltam s ezzel kapcsolatban 210 készítményt állítottam elő, míg a *Hydrachnidákat* kis eprouvettákba borszeszben helyeztem el.

Vizsgálataim eredményeinek felsorolásánál alulról fölfelé haladó systematikai sorrendet követek.

I. PROTOZOA.

<i>Arcella vulgaris</i> EHRB.	<i>Euglypha ciliata</i> EHRB.
<i>Arcella discoides</i> EHRB.	<i>Euglypha alveolata</i> DUJ.
<i>Centropyxis aculeata</i> EHRB.	<i>Clathrulina elegans</i> CIENK.
<i>Lequereusia spiralis</i> (EHRB.)	<i>Peridinium tabulatum</i> EHRB.
5 <i>Diffugia corona</i> WALL.	15 <i>Ceratium Hirundinella</i> (O. F. M.)
<i>Diffugia urceolata</i> CART.	<i>Volvox aureus</i> EHRB.
<i>Diffugia acuminata</i> EHRB.	<i>Codonella lacustris</i> ENTZ.
<i>Diffugia pyriformis</i> GERTY.	<i>Tintinnopsis ovalis</i> DAD.
<i>Diffugia lobostoma</i> LUDY.	<i>Epistylis anastatica</i> EHRB.
10 <i>Diffugia globulosa</i> DUJ.	

A rendelkezésemre állott anyag átvizsgálása folyamában tehát összesen 19 *Protozoa*-fajt sikerült minden kétséget kizárólag konstatálnom, a melyek legnagyobb részben szilárd tokjaik miatt könnyen felismerhető állapotban maradtak meg a konzeráló folyadék gyanánt szolgáló borszeszben. A tölem feljegyzett fajok majdnem kivétel nélkül kozmopolitáknak tekinthetők, miután az ez irányban átkutatott zoogeographiai területek csaknem mindenikéről ismeretesek. Ezek között kiválóbban érdekes az *Arcella discoides* EHRB., a melyet EHRENBURGEN kívül még eddig csupán ENTZ G. látott az új-guineai édesvizekből BIRÓ L.-tól gyűjtött anyagban. Ehhez sorakozik aztán a *Clathrulina elegans* CIENK. tojásforma alakja s a *Tintinnopsis ovalis* DAD., a melyek még eddig csak hazánkból voltak ismeretesek.

Az előzőekben felsorolt 19 faj különben, a mennyire azt a rendelkezésemre állott irodalomból megállapítanom sikerült, Ceylon édesvizi mikrofaunájára nézve egészen új.

II. VERMES.

1. *Nemathelminthes*.

Dorylaimus stagnalis DUJ.

Az osztálynak az édesvizekben nagy számmal tenyésző fajai közül csupán ezt az egyet sikerült megtalálnom, még pedig több példányban s ez az európai vizekben meglehetősen gyakori.

2. *Rotatoria.*

Rotifer vulgaris EHRB.	Salpina macracantha GOSSE.
Actinurus neptunius EHRB.	Salpina ceylonica n. sp.
Asplanchna ceylonica n. sp.	Diplax ornata DAD.
Asplanchnopus myrmeleo (EHRB.)	25 Euchlanis dilatata EHRB.
5 Lacinularia socialis EHRB.	Colurus uncinatus EHRB.
Conochilus Volvox EHRB.	Colurus bicuspidatus EHRB.
Limnias annulatus BAIL.	Metopidia Lepadella EHRB.
Megalotrocha semibullata HUDS.	Metopidia triptera EHRB.
Synchaeta pectinata EHRB.	30 Metopidia ovalis EHRB.
10 Furcularia longiseta EHRB.	Cathypna macrodactyla n. sp.
Diglena forcipata EHRB.	Cathypna unguolata GOSSE.
Mastigocerca elongata GOSSE.	Cathypna Luna EHRB.
Mastigocerca scipio GOSSE.	Monostyla lunaris EHRB.
Mastigocerca Rattus EHRB.	35 Monostyla bulla GOSSE.
15 Mastigocerca carinata EHRB.	Pterodina patina EHRB.
Rattulus Tigris MÜLL.	Pterodina elliptica EHRB.
Cælopus tenuior GOSSE.	Brachionus Melheni BR. et DAD.
Dinocharis Pocillum EHRB.	Brachionus militaris EHRB.
Scaridium longicaudum EHRB.	40 Noteus quadricornis EHRB.
20 Salpina spinigera EHRB.	Monostyla quadridentata EHRB.
Salpina brevispina EHRB.	Polyarthra platyptera EHRB.

E jegyzék adatai szerint tehát a rendelkezésemre állott anyagban összesen 42 Rotatoria-fajt sikerült találnom. A fajok legnagyobb része többé-kevésbbé a kozmopoliták közé sorolható, a mennyiben több zoogeographiai területről jegyezték fel s nevezetesen a palaearkti, aethiopiai, orientali és australiai régiókból, az elenyészően kisebb szám azonban olyan, a mely még eddig vagy csupán Ceylonból, tehát az orientali, vagy pedig ezenkívül még csak Uj-Guineából, vagyis az australiai régióból ismeretes s ezek a következők:

Asplanchna ceylonica n. sp.	Diplax ornata DAD.
Salpina ceylonica n. sp.	Cathypna macrodactyla n. sp.

E négy fajhoz sorakozik aztán a *Limnias annulatus* BAIL. és *Brachionus Melheni* BR. et DAD., a melyet Ceylonon kívül még eddig csak a palaearkti, s a *Megalotrocha semibullata* HUDS., a melyet Ceylonon kívül a palaearkti s australiai régióból jegyeztek fel.

lonon, vagyis az orientalis régió kívül az australiaiból is ismertek, végre a *Diaptomus singalensis* n. sp. még ez idő szerint Ceylonnak sajátlagos fajtát reprezentálja. E fajnak a nőténye 5-ik lábpárja szerkezetével a *Diaptomus franciscanus* LILLJ., *Diaptomus Tyrrelli* POPPE, *Diaptomus Trybomi* LILLJ. és *Diaptomus leptopus* FORB. fajokra, míg ellenben himjének 5-ik lábpárja alkatával a *Diaptomus laciniatus* LILLJ. fajra emlékeztet, de jobb lábának belső ága feltűnően rövidebb.

b) Cladocera.

Chydorus Barroisi RICH.	Alona testudinaria FISCH.
Chydorus Leonardi KING.	Alona australis SARS.
Chydorus parvus n. sp.	var. ceylonica n. var.
Chydorus reticulatus n. sp.	Alonopsis singalensis n. sp.
5 Chydorus ceylonicus n. sp.	20 Alonopsis orientalis n. sp.
Chydorus ventricosus n. sp.	Iliocryptus Halyi BRADY.
Pleuroxus excisus FISCH.	Macrothrix triserialis BRADY.
Pleuroxus hastatus SARS.	Macrothrix singalensis n. sp.
Duvenhedia serrata n. sp.	Guernella ceylonica n. sp.
10 Duvenhedia crassa (KING).	25 Moinodaphnia submucronata
Alona longirostris n. sp.	BRADY.
Alona karua (KING).	Scapholeberis intermedia n. sp.
Alona macronyx n. sp.	Ceriodaphnia cornuta SARS.
Alona globulosa n. sp.	Simocephalus Elisabethæ (KING).
15 Alona macrops n. sp.	Diaphanosoma singalense n. sp.
Alona punctata n. sp.	30 Pseudosida Szalayi n. sp.

A felsorolt 30 *Cladocera*-faj közül az ujak, összesen 17, valamint az *Iliocryptus Halyi* BRADY, *Macrothrix triserialis* BRADY és *Moinodaphnia submucronata* BRADY még ez ideig csupán Ceylon területéről ismeretesek. A többi tíz faj olyan, a melyet Ceylonon kívül a föld más részeiben is megtaláltak s ezeket a zoogeographiai régiók szerint a következőleg csoportosíthatjuk:

1. Palaearkti és orientalis regio (Ceylon).

Pleuroxus excisus FISCH.	Alona testudinaria FISCH.
Pleuroxus hastatus SARS.	

2. Oriental- (Ceylon) és australiai regio.

Duvenhedia crassa KING.	Alona australis SARS.
Alona karua (KING).	Simocephalus Elisabethæ (KING).

3. *Oriental- (Ceylon), aethiopiai és australiai regio.*

Ceriodaphnia cornuta Sars.

4. *Palaearkti, aethiopi-oriental (Ceylon) regio.*

Chydorus Barroisi Rich.

5. *Oriental, australiai és neotropi regio.*

Chydorus Leonardi (King).

Az új fajok között kiválóbb figyelemre méltó a *Guernella ceylonica* és a *Pseudosida Szalayi*, a mennyiben az elsőnek eddig ismert egyetlen rokona, a *Guernella Raphaelis* Rich. az aethiopiai-, a másodiké ellenben, a *Pseudosida bidentata* Herr. a nearkti régióból ismeretes.

Az új *Chydorus*-fajok a genusnak eddig ismert fajaitól és egymástól is egész külső habitusukban, páncéljuknak és potrohuknak szerkezetében különböznek.

A *Pleuroxus hastatus* Sars. igen közel áll a *palaearkti Pleuroxus hastatus* Sars.-hoz, de különbözik ettől páncéljának, ajaklemezének és potrohának szerkezetében.

A *Duvenhedia serrata* n. sp. legfőbb ismertető jele az ajaklemez fűrészfogazottsága, továbbá a páncél alsó-hátulsó zugának kétfogúsága.

Az *Alona longirostris* n. sp. igen közel áll az *Alonopsis singalensis* Dad., *Alonopsis orientalis* Dad. és *Alonopsis Colleti* Sars. fajokhoz, de különbözik ezektől egyfelől orrmányának feltűnő hosszúságával és vékonyságával, másfelől páncéljának és potrohának szerkezetével.

Az *Alona macronyx* n. sp. legszembetűnőbb jelleme a testalakon és a páncél szerkezetén kívül a potroh csúcskarmainak és legfőképen mellékkarmainak szembetűnő hosszúsága és vékonysága.

Az *Alona globulosa* n. sp. testének általános alakján kívül ajaklemezének fogazottságával tér el a többi eddig ismert fajtól.

Az *Alona macrops* n. sp. egyike a legszembetűnőbben karakterizált *Alona*-fajoknak. Homloka a szem és a festékfolt között

bemélyedt; páncélja függélyes sorokba rendeződött, szabályos hatszögletű terecskékkal díszített. Festékfoltja az orrmány csúcsához közeledett, orsóforma, a szemnél nagyobb s ez szolgált alkalmmal a fajnév megállapítására. Ezekhez járul az első csápok feltűnő hosszúsága is.

Az *Alona punctata* n. sp. jellemeit a páncél szemecskés volta, az ajaklemeznek a többi fajokétól elütő formája, főleg pedig a hím és nőtény potrohának szerkezete teszik.

Az *Alona (Leydigia) australis* Sars. var. *ceylonica* n. var. páncéljának ékitményeivel, potrohának szerkezetével a törzsalakhoz hasonlít, bizonyos fokig azonban átmenet az *Alona australis* Sars. és *Alona acanthocercoides* Fisch. között.

Az *Alonopsis singalensis* n. sp. jellemei között legfontosabb a test általános alakja, az ajaklemez továbbá a hím és nőtény potrohának szerkezete.

Az *Alonopsis orientalis* n. sp. igen közel áll az *Alonopsis intermedia* Birge és *Alonopsis Colleti* Sars. fajokhoz, különbözik azonban ezektől általános testalakján kívül legfőképen a hím és nőtény potrohának szerkezetében.

A *Macrothrix singalensis* n. sp. hasonlít a *Macrothrix spinosa* (King) és *Macrothrix Chevreuxi* Rich. fajokhoz, első csápjainak és potrohának szerkezete azonban félreismerhetetlenül karakterizálják, különösen pedig kifelé görbülő első csápjai.

A *Guernella ceylonica* n. sp. főbb vonásokban megegyezik a *Guernella Raphaelis* Rich. fajjal, de potrohának szerkezete félreismerhetetlenül különbözik. Vizsgálataim folyamán a himet is sikerült megtalálnom, a mely a másik fajnál ismeretlen. Növeli e faj érdekességét az a körülmény is, hogy rokonát az aethiopai régióban találták.

A *Scapholeberis intermedia* n. sp. átmeneti alak a *Scapholeberis mucronata* O. Fr. M. és a *Scapholeberis obtusa* Schödl. között, de általános testalakjával a *Scapholeberis spinifera* (Nicolet) fajhoz is hasonlít, melytől azonban páncéljának tüskétlensége miatt élesen elüt. Fő ismertető jellemei a potroh és a csucskarmok szerkezete.

A *Ceriodaphnia cornuta* Sars. fajt az a körülmény teszi figyelemreméltóvá, hogy példányai között minden átmenetet meg-

találtam a typusos *Ceriodaphnia cornuta* Sars. és a *Ceriodaphnia Rigaudi* Rich. fajok között s ennek alapján a két fajt egyesítem.

A *Diaphanosoma singalense* n. sp. a genusnak eddig ismert fajai közül leginkább hasonlít a *Diaphanosoma excisum* Sars. fajhoz, de különbözik ettől fejének alakjával, evezőcsápjainak sörtezetttségével és alsó pánczélszegélyének szerkezetével.

A *Pseudosida Szalay* n. sp., melyet a SZALAY IMRE m. nemz. muzeumi igazgató tiszteletére és neve után neveztem el, közeli rokona az északamerikai *Pseudosida bidentata* Herr. fajnak, de félreismerhetetlenül különbözik ettől potrohának, első- és ágascsápjainak szerkezetében.

c) Ostracoda.

Cyprinotus dentatomarginatus (BAIRD).	Cypris granulata n. sp.
Cyprinotus singalensis BRADY.	Cypricerus reticulatus n. sp.
Stenocypris major BAIRD.	Cypridopsis globulus Sars.
Stenocypris ceylonica n. sp.	Cypridopsis Minna (KING).
5 Iliocypris australiensis Sars.	10 Cypridopsis assimilis Sars.
	Notodromas Entzii n. sp.

A felsorolt 11 *Ostracoda*-faj között a még ez ideig csupán Ceylon-ból ismerteken kívül olyanok is vannak, a melyeket Ceylonon s illetőleg az orientali régióon kívül még egy vagy két más régióból is feljegyeztek s ezek a következőleg oszlanak meg:

1. Ceylon saját fajai.

Cyprinotus cingalensis BRADY.	Cypricerus reticulatus n. sp.
Stenocypris ceylonica n. sp.	Notodromas Entzii n. sp.
Cypris granulata n. sp.	

2. Az orientali és australiai régióból ismert fajok.

Cyprinotus dentatomarginatus (BAIRD).	Cypridopsis globulus Sars.
Iliocypris australensis Sars.	Cypridopsis Minna (MING).

3. Az aethiopi, orientali és australiai régióból ismert fajok.

Stenocypris major BAIRD.	Cypridopsis assimilis Sars.
--------------------------	-----------------------------

A felsorolt új fajok közül a *Stenocypris ceylonica* n. sp. legközelebb áll a *Stenocypris fontinalis* VÁVRA fajhoz, főleg kagylóinak külső alakját tekintve, de kagylóinak szöveti szerkezete, különösen ezeknek rendkívül tömötten fekvő finom barázdái, a második csáppárnak, a második lábpárnak és a villa függelékeknek szerkezete azonban félreismerhetetlen jellemeit alkotják.

A *Cypris granulata* n. sp. emlékeztet a *Cypris pubera* (O. F. M.) és *Cypris puberoides* VÁVRA fajokra, de különbözik ezektől kagylóinak külső alakján kívül a kagylók fölületének durva és feltűnő szemecskéivel, a második alsó állkapocs tapogatójának s a villafüggelékeknek szerkezetével.

A *Cypricercus reticulatus* n. sp. hasonlít némileg a *Cypricercus cuneatus* Sars. fajhoz, de különbözik ettől kagylóinak külső formáján kívül egyfelől kagylóinak sokszögletű terecskéekkel való diszítettségében, másfelől a him kapcsoló és közösülő szerveinek szerkezetében.

A *Notodromas Entzii* n. sp., melyet dr. ENTZ GÉZA műegy. ny. r. tanár, m. tud. akadémiai r. tag tiszteletére, nevééről neveztem el, a genusnak, tudtommal, a harmadik faja s rokonától, a paléarkti régióbeli *Notodromas monacha* (O. F. M.) fajtól nemcsak kagylóinak külső alakjában és szerkezetében tér el, hanem eltér a him kapcsoló és közösülő szervének, valamint ductus ejaculatoriusának szerkezetében is.

Az előzőekben felsorolt *Entomostraca*-kon kívül, a colombói tóból gyűjtött anyagban még egy *Malacostrata-ráknak* is találtam példányait, ezek egy *Palaemonetes* fajnak képviselői.

2. Arachnoidea.

Hydrachnidae.

Atax nodosus n. sp.	Arrenurus Madarászi n. sp.
Atax singalensis n. sp.	Arrenurus ceylonicus n. sp.
Curvipes conglobatus (C. K.)	10 Arrenurus rostratus n. sp.
Curvipes Horváthi n. sp.	Arrenurus orientalis n. sp.
5 Frontipoda picta n. sp.	Arrenurus congener n. sp.
Frontipoda ceylonica n. sp.	Hydryphantes ceylonicus n. sp.
Arrenurus singalensis n. sp.	Hydrachna dilatata n. sp.

A feljegyzett 14 *Hydrachnida*-faj közül csupán a *Curvipes conglobatus* (C. K.) az, a mely Ceylonon kívül más zoogeographiai területről s névszerint a palaearktából is ismeretes, míg a többi ez idő szerint csupán Ceylonban tenyészőnek tekinthető.

Az *Atax nodosus* n. sp. közel rokona az *Atax spinipes* és *Atax pauciporus* KOEN. fajnak, de csipőlemezeinek alakja, lábainak és külső ivarlemezeinek szerkezete alapján ezektől mégis félreismerhetetlenül különbözik.

Az *Atax singalensis* n. sp. emlékeztet az *Atax lynceus* KOEN. afrikai fajra, de különbözik ettől egyfelől lábainak tüskézettiségében, másfelől külső ivarlemezének alakjában és szerkezetében, nemkülönben tapogatóinak és karmainak structurájában.

A *Curvipes Horváthi* n. sp., melyet dr. HORVÁTH GÉZA m. nemz. muzeumi igazgató-őr s m. tud. akad. r. tag tiszteletére, nevére neveztem el, némi tekintetben a *Curvipes guatemalensis* KOEN. fajhoz hasonlít. Főjellemei a hím rendkívül hosszú tapogatói, csipőlemezeinek és külső ivarlemezeinek charakteristikus szerkezete.

A *Frontipoda picta* n. sp. jellemei között feltűnő a hátoldalnak kerek, barna foltokkal tarkázottsága, a csipőlemezek összenövéséből keletkezett haspánczél charakteristikus formája s a külső ivarlemez szabad fekvése.

A *Frontipoda ceylonica* n. sp. hasonlít az afrikai *Frontipoda Stuhlmanni* KOEN. fajhoz, de különbözik ettől tapogatói utolsó ízének szerkezetében és ivaröblének alakjában.

Az *Arrenurus singalensis* n. sp. az eddig ismert fajoktól legfőképen testének általános alakjával és külső ivarlemezeinek szerkezetével különbözik.

Az *Arrenurus Madarászi* n. sp., melyet dr. MADARÁSZ GYULA m. nemz. muzeumi őr nevére neveztem el, nőtényével az *Arrenurus pustulator* (O. F. M.), hímjével az *Arrenurus setiger* KOEN. fajhoz hasonlít, csipőlemezeinek, külső ivarlemezeinek szerkezete és hátívének alakja azonban elegendő támasztópontokat nyújtanak a könnyű megkülönböztetésre.

Az *Arrenurus ceylonicus* n. sp. külső testalakjával az *Arrenurus rostratus* DAD. és *Arrenurus emarginator* (O. F. M.) fajokhoz hasonlít, míg ellenben tapogatóinak második ízével az *Arrenurus peclinatus* KOEN. fajra emlékeztet.

Az *Arrenurus rostratus* n. sp. legfőbb jellemvonása a kihegyesedett homlok, a külső ivarlemezek alakja és fekvése, míg általános testalakjával az *Arrenurus emarginator* (O. F. M.) fajra emlékeztet.

Az *Arrenurus orientalis* n. sp. nőténye hasonlít az *Arrenurus affinis* KOEN. és *Arrenurus maculator* (O. F. M.) fajokhoz, himje ellenben az *Arrenurus tricuspidator* (O. F. M.), *Arrenurus lautus* KOEN., *Arrenurus Barroisi* KOEN. és *Arrenurus affinis* KOEN. fajok himjeire emlékeztet, a melyektől azonban petiolusának alakjával, fűrészfogazottságával félreismerhetetlenül különbözik.

Az *Arrenurus congener* n. sp. közel áll az *Arrenurus maculator* (O. F. M.), *Arrenurus affinis* KOEN. és *Arrenurus orientalis* DAD. fajokhoz, de különbözik ezektől hátpánczéljának szerkezetével, hátivének alakjával és külső ivarlemezeinek formájával. Az *Arrenurus affinis* KOEN. fajtól elüt még minden egyebek mellett sötétzöld színével is.

A feljegyzett *Arrenurus*-fajokon kívül megtaláltam még az *Anurania gottlandica* NEUM. néhány példányát is, a mely tudvalevőleg nem önálló faj, hanem *Arrenurus*-lárva.

A *Hydryphantes ceylonicus* n. sp. az eddig ismert *Hydryphantes*-fajoktól legfőképen tapogatóinak szerkezetével és külső ivarlemezeinek alakjával és structurájával különbözik.

A *Hydrachna dilatata* n. sp. legfőbb jellemét a nyakpajzs külső alakja és nagysága adja meg a test szembetűnő szélessége mellett.

★

Ha az előzőekben röviden registrált adatokat összegezzük, végeredményképen azt találjuk, hogy a dr. MADARÁSZ GYULÁ-tól gyűjtött anyagból összesen 129 fajt sikerült feljegyezni, a melyek közül 39 nemcsak Ceylon faunájára, hanem a tudományra is új, s ezek beleszámításával Ceylon faunájából 120 még eddig ismeretlen volt.

A Ceylon mikrofaunájára vonatkozó, eddig megjelent három dolgozat, névszerint a SCHMARDA L. «Neue wirbellose Thiere» című nagy művének, a BRADY G. «Notes on Entomostraca collected by Mr. A. Haly in Ceylon» és VÁVRA W. — POPPE S. A. «Die von

Herrn Dr. H. Driesch auf Ceylon gesammelten Süßwasser-Entomotraken» című értekezéseinek adatai s a tőlem megfigyelték egybevetése alapján kecsegtető alkalom kínálkoznék Ceylon édesvízi mikrofaunáját illető zoogeographiai következtetésekre is; tekintettel azonban a mikrokosmos fajainak elterjedését befolyásoló legfontosabb, általánosan ismert tényezőkre, ennek feszegetését nem tartom sem megokoltnak, sem célhoz vezetőnek. Ha tekintetbe vesszük azonban Ceylon geográfiai fekvését és édesvízi mikrofaunáját, egybevetjük egyfelől a palæarkti és æthiopiai, másfelől az australian régióéval, nem lehet teljesen elzárkózunk ama föltevés elől, hogy Ceylon esetleg oly zoogeographiai terület, a mely átmeneti állomás gyanánt szolgál a szelek szárnyain önkénytelenül utazó mikroskopi csiráknak, parányi petéknek és betokozott mikroorganizmusoknak a palæarkti és æthiopiai régióból az orientali regio keletebbre fekvő tájai s az australian regio délkeleti vidékei felé vezető vándorlásukban.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898. január 17.-én tartott üléséből.)

nyeit BURGER¹ nevem említése nélkül fejtegette egy cikkében. Ezen cikk megjelenése folytán szükségesnek tartottam helyreigazító észrevételeimet megtenni,² melyekben kimutattam, hogy fentemlített tételt évekkel ezelőtt felállítottam és közzétettem és így RUSSEL más módszerrel ugyan, de az én tételemet csak megerősítette. BURGER erre levélben kijelentette, hogy dolgozatomat nem ismerte és hogy én a jelzett kísérleti eredményhez hamarabb jutottam. SCHROETTER³ is e cikk folytán könyvében a correctura alatt felvette e tényállás megerősítését. Azóta HAJEK,⁴ GROSSMANN⁵ a helyes sorrendben említik eényt. SEMON⁶ legújabbban az említett tételt RUSSEL vizsgálatainak kapcsán említi fel: «lehrt dieser Versuch, dass die geringere Resistenzfähigkeit des Erweitererapparates der Glottis nicht auf die Muskelsubstanz desselben beschränkt ist, sondern auch die Nervenfasern betrifft.» Egy más helyen bőjegyzetben fejti ki, miért említi egyedül RUSSEL nevét a rostkötegek elkülönítésénél. Mindezekre szükségesnek vélem a végleges tisztázást. Két egymástól elütő kérdés lett összekötve és így a tényállásnak valódi felismerése megnehezítve. A mondottakból egészen nyilvánvaló, hogy én kísérleti alapon három évvel előbb állítottam fel a tételt, hogy az elkülönített hangréstágító idegrostok hamarabb vesztik el villamos ingerelhetőségüket és vezető képességüket, mint az elkülönített szűkítő idegrostok. Ezt a tételt megerősítette RUSSEL. Ez tény. Az eljárások egy eredményhez vezettek, de egymástól különböztek.

Az én eljárásom abban állott, hogy a boncztanilag látható idegeit az egyes gégeizmoknak úgy az élő állatban, mint a halál után elkülönítettem és a levegő hatásának kitéve vizsgáltam az elektromos ingerlekenységet és a vezető képességet. Ezen eljárással a tágító rostok összeségét elkülönítve tudtam szembeállítani a többi három elkülönített szűkítő ideggel. RUSSEL eljárásával egy tágító köteget tudott szembeállítani egy szűkítő köteggel és akkor

¹ Berliner klinische Wochenschrift 1892.

² Berliner klin. Wochenschrift 1892.

³ Krankheiten des Kehlkopfes 1892.

⁴ Klinischer Atlas der Laryngologie 1894.

⁵ Archiv f. Laryngologie 1897.

⁶ Heymann's Handbuch der Laryngologie 1897.

sem volt kizárható egy szűkítő nyaláb, mely a tágitó izom túlereje miatt nem érvényesülhetett. De ha a tágitó köteg nem tartalmazott szűkítő rostokat, akkor a tágitó rostok kötege szemben állt a szűkítő rostok összeségével.

A másik tény az, hogy RUSSEL eljárásával kísérletileg állította fel azt a tételt, hogy az alsó gégeideg törzsében a tágitó rostok és a szűkítő rostok elkülönülten haladnak. Én ezzel a tétellel sohasem foglalkoztam és így nem is tarthattam reá igényt, tehát a két dolgot összekeverni nem lehet. Az egész kérdésben az igazság az, hogy az elkülönített tágitó rostok gyöngébb ellenálló képességének tételét én állítottam fel, míg a tágitó rostoknak az idegtörzsben való elkülönített lefutását RUSSEL állította. Vizsgálataim eredményét RUSSEL megerősítette, míg az ő általa tett állítással ezideig még nem foglalkozott más.

Vizsgálataim ez idő szerint a gége légző és hangképző idegkötegeinek boncztanát tárgyalják, mint a melylyel eddig nem foglalkoztak; csak a boncztani viszonyok megismerése után lehet a kísérleti vizsgálódás terére lépni. SEMON kifejezte már azon nézetét, hogy a hangrésttágitó rostok egy elkülönült kötegben haladnak. Ezt a felvételt megerősíti a légzés nyultvelői központja, mely az agyvelő eltávolításával is képes a hangszalagok légzési mozgásait kiváltani. Maga a gégeének bonyolult élettani berendezése, a hangképzésnek és légzésnek kéreg és subcerebrális központjai mind a mellett szólanak, hogy a szűkítő és tágitó rostoknak egy elkülönített kötegben való lefutását vegyük fel. Vizsgálataim, melyek a cerebrospinalis rostok lefutására vonatkoznak az együttérző határköteg pályájában, megerősítették azon meggyőződésemet, hogy az élettani rendeltetések és az anatómiai elrendezések között szoros összefüggés van. Vizsgálataim * egy rendszer felismeréséhez vezettek, melyben a cerebrospinalis kötegek lefutása, elrendeződése és az egyes központok élettani berendezése között levő benső összefüggés felismerhető volt. Én tehát ebben a kérdésben is már eleve azon álláspontra helyezkedtem, hogy a légzési rostok és a hangképző rostok egymástól elkülönülten haladnak a központtól a körzetig és

* Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1884.

csupán a perineurium tartja őket látszólag egy kötegben össze. Alaktanilag ez a kérdés maig még nem volt tárgyalva.

Arra a kérdésre, vajjon a mellső és hátulsó ideggyökökerek összekeveredésénél, valamint a körzeti fonatképződésnél összekeverődnek-e tényleg az idegrostok, vagy pedig csak felületes egymáshoz való odafekvése a rostnyaláboknak forog-e fenn, határozott feleletet adni nem lehet. Előfordulhat mind a kettő, valószínű azonban mégis, hogy a különböző gyökerekből a gerincezvelő különböző magasságaiból eredő nyalábok egy-egy idegtörzsben izoláltan futnak, a perineurium csak összetartja őket, úgy, hogy alkalmilag ismét szétválhatnak egymástól. LENHOSSÉK tanár metszetein azt találta, hogy a csigolyaközötti dúczon túl tulajdonképeni fonatképződés nincsen, hanem az érző és mozgató kötegek szépen parallel haladnak egymás mellett. De azért egy lassú, elnyúlt fonatképződést ő sem zárhat ki. A fejlődéstani vizsgálatok mutatták, hogy a körzeten is a mozgató rostok előbb velőződnek meg, mint az érzők. De ezen tény nem értékesíthető a fenforgó kérdésben, mert mi csak különböző élettani rendeltetéssel bíró, de egynemű mozgató rostokról szólhatunk. Hogy boncztanilag egyes idegkötegek messze elkülöníthetők, azt az irodalmi adatok bizonyítják. Nekünk is sikerült a cerebros spinalis kötegeket a sympathicusban elkülöníteni és követni. PENZO* pedig bámulatos eredményről számol be, midőn a nervus petrosus superf. maj.-t a ganglion sphenopalatinum-on és a ganglion geniculatum-on át az arczideg törzsébe és a chorda tympani-ba tudta követni.

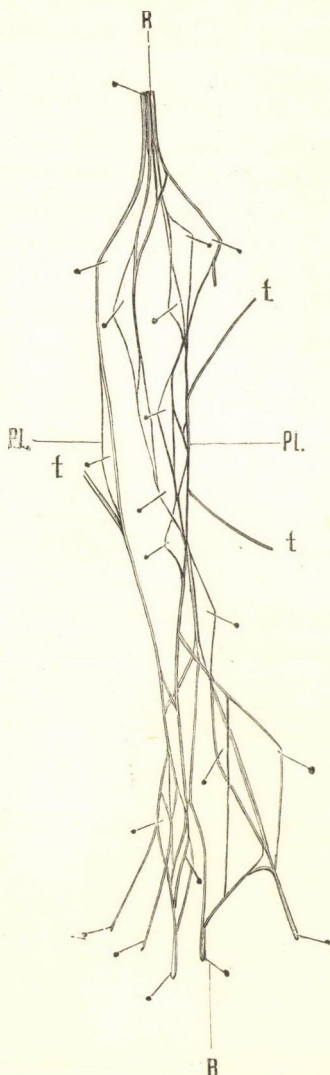
A gége légző és hangképző kötegeinek boncztanával eddig senki sem foglalkozott.

Én megkísérlettem az emésztési eljárást, de nem értem vele célzt. Az alsó gégeideg törzse az emésztés után egy duzzadt köteget mutatott, melynek közepén csak egy tömött idegfonal húzódott végig. Több elkülönült köteget nem lehetett látni sem szabad szemmel, sem praeparálással. Ezért a boncztani praeparáláshoz fogtam és az egész idegtörzset viz alatt parafán gombostűk segítségével sikerült kötegeire bontanom.

Ha a boncztani viszonyokat tekintjük, akkor az alsó gégeideg

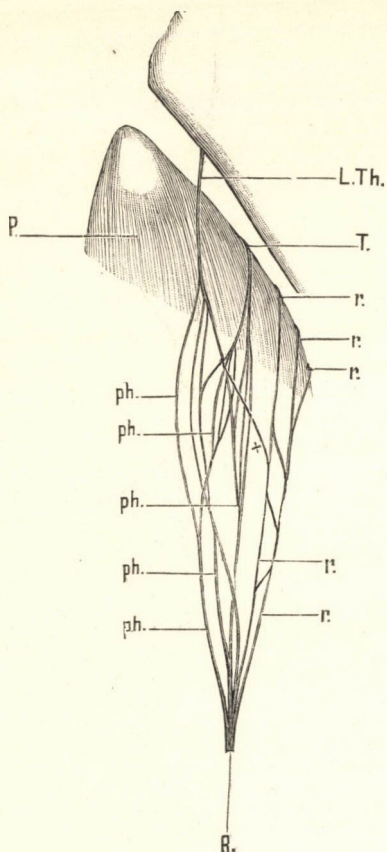
* Anatomischer Anzeiger, 1893.

törzse rendszeren két ágra oszlik, a medialisra és lateralisra; a medialis ág adja a hangrésttágító izom idegét és a haránt kanna izomét, a lateralis ág pedig a többi szűkítő izom idegeit. Találjuk azonban különállóan is a hangrésttágító izom idegét, a midőn a haránt kanna izom idege a lateralis ágtól indul. Ha tekintetbe vesszük az alsó gégeideg törzsében foglalt különböző idegrostokat, akkor fel fog tűnni a légző és a hangképző kötegek teljes elkülönítésének nehézsége. Az alsó gégeideg törzsében haladnak a gége szűkítő és tágító rostjain kívül olyan rostok, melyek a légcsőhöz és a bázsinghoz mennek, továbbá olyanok, melyek a sympathicustól és a felső gégeidegtől származnak. E nehézségekkel számolva kezdtem meg vizsgálataimat a marha, kutya, ember és ló gégeidegein, és szinte lehetetlennek tetszett a kérdés megoldása a marhán megejtett első vizsgálatok után. Mint az 1. ábra mutatja, marhánál az alsó gégeideg törzsében egy olyan kiterjedt lapos fonatképződés létezik, hogy a légző és a hangképző rostkötegek elkülönítése lehetetlennek bizonyult. A fonatképződés egyes helyeken kisebb, másutt nagyobb mérvet ölt;



1. ábra. Marha. Az alsó gégeideg törzsé rostkötegeire lett bontva; egy kiterjedt lapos fonatképződés látható, mely a légző és a hangképző idegkötegek elkülönítését lehetetlenné teszi. R.— alsó gégeideg törzse. Pl.— fonatképződés. t.— légző ág.

az egyes kötegek szétválásában és csatlakozásában, szóval az



2. ábra. *Marha*. Az alsó gégeideg törzse közel bonczani elágazódásához egyes izom-ágaival. Az ágak a hangréstágító izomra vannak fektetve. A fonatképződés kifejezetten inkább a hangképző idegkötegekre szorítkozik; jól látható a légző köteghez esatlakozott szűkítő szálnak elválása. *R.*— alsó gégeideg törzse. *P.*— hangréstágító izom. *L. Th.*— a *musc. cricoarytænoideus lateralis* és a *musc. thyreoarytænoideus* idege. *T.*— a *musc. transversus* idege. *ph.*— hangképző idegrostok. *r.*— légző idegrostok. *x*— szűkítő rostok, melyek a légző köteg pályáját elhagyják.

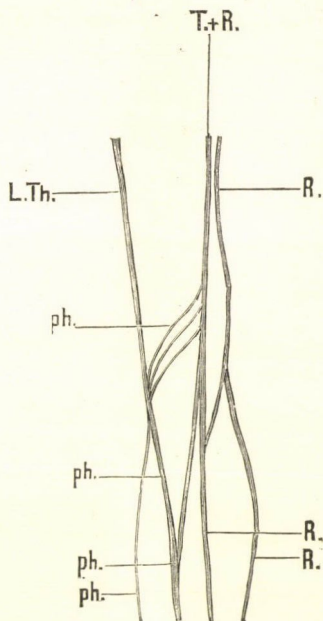
egész fonatképződésben határozott rendszert felismerni nem lehet. Ha azonban az alsó gégeideg törzsét ott bontjuk kötegeire, a hol az rendes ágaira oszlik és követjük az egyes ágakat az izmokig, akkor sokkal tisztább képet nyerünk. A fonatképződés az ágakra is folytatódik, de határozottan látható, hogy inkább a hangképző rostkötegekre szorítkozik. Ezt a viszonyt jól mutatja a 2. ábra. Jól látjuk, hogy a *musc. cricothyreoideus lateralis*, a *m. thyreoarytaenoideus* és a *m. transversus* idegei egy nagyobb fonatképződést tüntetnek fel, míg a légző kötegek egymás közt kevés egyszerű összeköttetést mutatnak. Látjuk egyszersmind azt is, hogy a légzőköteg pályájában hangképző rostok is haladhatnak, melyek az elágazódás területében tőle aztán elválnak. Így látunk ezen a képen egy szálat, mely a légzőkötegtől a legtávolabb eső hangképző köteghez megy.

A 3. ábra is marhára vonatkozik és az alsó gégeideg törzsét elágazódása he-

lyén mutatja. Itt fel lehet ismerni azt a tényt, hogy a fonatképző-

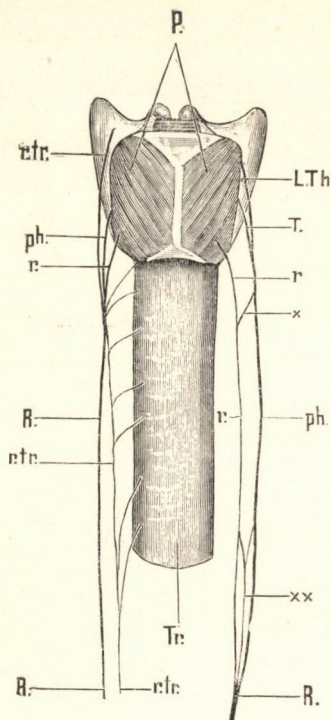
dés inkább a hangképző kötegekre szorítkozik. Látjuk, hogy a légzőköteghez csatlakozó hangképző szálak csak odasímulnak, hogy azután tőle elválva juthassanak rendeltetésük helyére. Látjuk, hogy egy ideig a hangrésttágító izom egyik idegszála a haránt kanna izom idegével egy közös törzsben halad, de látjuk egyzersmind azt is, hogy miképen szedődik össze ez utóbbi ideg. Az együtt haladást megmagyarázza azon közeli helyzeti viszony, mely szerint a haránt kanna izom idege a hangrésttágító izom alatt éri el beidegzési területét. A marhánál talált viszonyok a nagymérvű fonatképződés folytán a légző és hangképző idegkötegek elkülönítését nem engedik meg, de egyzersmind nagyon valószínűvé tesz az a felvételt, hogy a fonatképződés a hangképző idegrostok által eszközöltetik és hogy abban a légző rostok nem vesznek részt.

A hangképző rostoknak kicserélődése és a légzőköteghez való felületes odasímulása és tőle való elválása folytán jön létre a fonatképződés és így a légző idegrostok mint egységes kötegek futhatnak le az alsó gégeideg törzsében a jelzett fonatképződés mellett. Ezt a felvételünket megerősítik többi vizsgálataink. Kutyanál rendesen az alsó gégeideg törzsével együtt, vele laza összefüggésben halad a légső idege, ramus trachealis nervi laryngei superioris, számos finom ágat adva a légső számára. Tulajdonképen folytatását képezi az ansa Galeni-nek, mely embernél az alsó gégeideg külső ágával áll összeköttetésben és az alsó gégeideg



3. ábra. Marha. Az alsó gégeideg törzse elágazódása helyén. *L. Th.* — a musc. cricoarytænoideus lateralis és a musc. thyreoarytænoideus idege. *R.* — a hangrésttágító izom idege. *R., R.* — légző kötegek. *T.+R.* — a musc. transversus idege egy törzsben a hangrésttágító izom idegével. *ph.* — hangképző kötegek.

pályájába juttatja a felső gégeideg érző rostjait. Kutyanál az alsó



4. ábra. *Kutya*. A jobb oldalon az alsó gégeideg törzse kötegeire van bontva, a baloldalon a rendes viszonyok vannak feltüntetve az alsó gégeideg törzsével párhuzamosan haladó légső ideggel együtt. *R.*— alsó gégeideg. *P.*— hangréstágító izom. *Tr.*— légső. *r. tr.*— ramus trachealis n. laryngei superioris. *L. Th.*— a musc. cricoarytænoides lateralis és a musc. thyreoarytænoides idege. *T.*— a musc. transversus idege. *r.*— a hangréstágító izom idege, légső köteg. *ph.*— hangképző köteg. *x*— szűkítő rostok, melyek a légső köteg pályáját elhagyják. *xx*— szűkítő köteg, mely egyik szálával a légső köteghez csatlakozik.

gégeideg törzsével függ össze annak ágaira való oszlása alatt és azután szorosan mellette halad a nyakon, míg rostjait a légsőhöz juttatta. Ezeket a viszonyokat szépen tünteti fel a 4. ábra. Ugyancsak ezen ábra mutatja a jobb oldalon a kötegeire bontott alsó gégeideget. A légső és a hangképző kötegek egymás mellett elkülöníthetők, csak hogy találhatunk, mint az ábra mutatja, kisebb összeköttetéseket, melyek látszólag a teljes elkülönítés ellen szólnak. Látunk a nyak alsó részén egy idegköteget, mely két ágra oszolva, egyikével a légsőköteggel, másikával a hangképző köteggel függ össze, magasabban pedig, mielőtt az alsó gégeideg ágaira oszlott volna, még egy finom összeköttetést találunk, vagyis a légsőkötegtől egy finom ág a hangképző köteghez indul. Ha közelebbről nézzük ezeket a bonczatani viszonyokat, akkor világosan áll előttünk, hogy ebben az esetben a hangképző rostoknak a marhánál látott fonatképződése kis mérvben mutatkozik a kutyanál. A hangképző kötegből egy rostköteg kiválik, egyik része újra

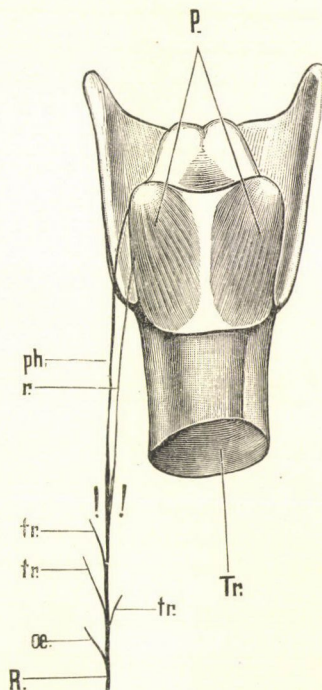
hozzácsatlakozik, míg a másik része hozzásimul a légső köteghez, hogy tőle ismét magasabban elváljon. Hogy ez csakugyan így

van, fényesen mutatja azon tény, hogy ebben az esetben a m. transversus idege a hangképző kötegtől ered és hogy azt elérhesse, vált el a légző kötegtől. Ennek a viszonyoknak épen ellenkezőjét fogjuk látni lónál, a 6. ábra által érzéktve. Lehetőséges tehát, hogy a légző köteghez simulhatnak hangképző kötegek, melyek a nagy helyzeti viszonyoknak megfelelően a légző köteghez simulva érhetik el a musc. transversust vagy ideiglenesen hozzácsatlakozhatnak a légző köteghez, hogy aztán a hangképző kötegbe térjenek, vagy már egész lefutásukban a hangképző kötegben foglaltnak.

Embernél a nyakon sikerült a nagy edénytörzsekig elkülöníteni a légző és a hangképző kötegeket.

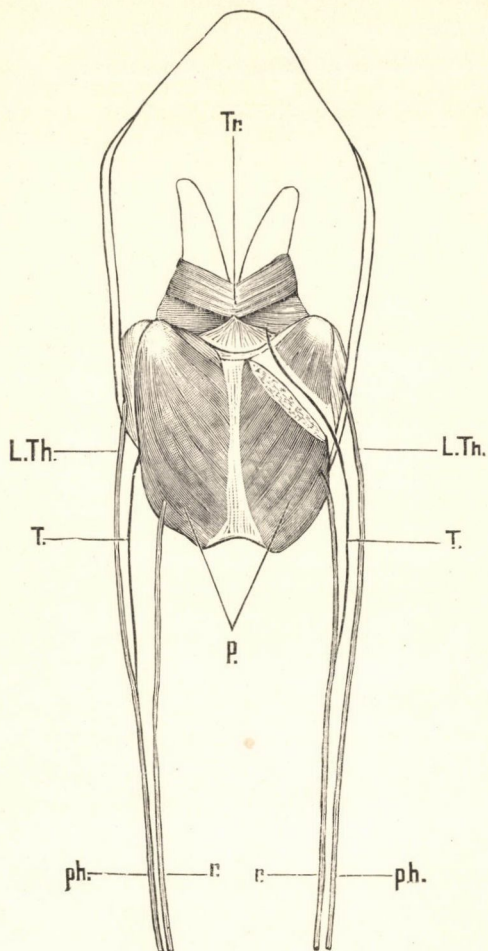
Az 5. ábra mutatja a baloldali alsó gége idegtörzsét két kötegre bontva. Az elkülönítést nagyon megnehezíti az idegeknek vékonysága, úgy, hogy a nyak alsó részén, a hol az alsó gégeideg az alsó bárzsing és légső ágakat adja és a vagustól való eredése után a sympathicussal összeköttetésbe lép, az elkülönítés megszakadt. Addig azonban tisztán volt kimutatható, hogy a légző és a hangképző idegrostok egy egységes elkülönült kötegben haladnak egymás mellett az alsó gégeideg törzsében.

Lónál sikerült a kérdést véglegesen eldönteni. Már korábbi vizsgálataim, melyeket lónál a sympathicus idegrendszerben haladó



5. ábra. Ember. Az alsó gégeideg törzse baloldalt kötegeire bontva. R.— alsó gégeideg törzse. P.— hangréstágító izom. Tr.— légső. oe.— bárzsing ág. tr.— légső ág. r.— légző köteg, a hangréstágító izom idege. ph. hangképző köteg, a m. cricoarytanoideus lateralis, m. thyreoarytanoideus és m. transversus idege.

cerebrospinalis kötegekre nézve végeztem, növelték bizalmamat, hogy ebben a kérdésben is alkalmas anyagnak fog bizonyulni a ló.



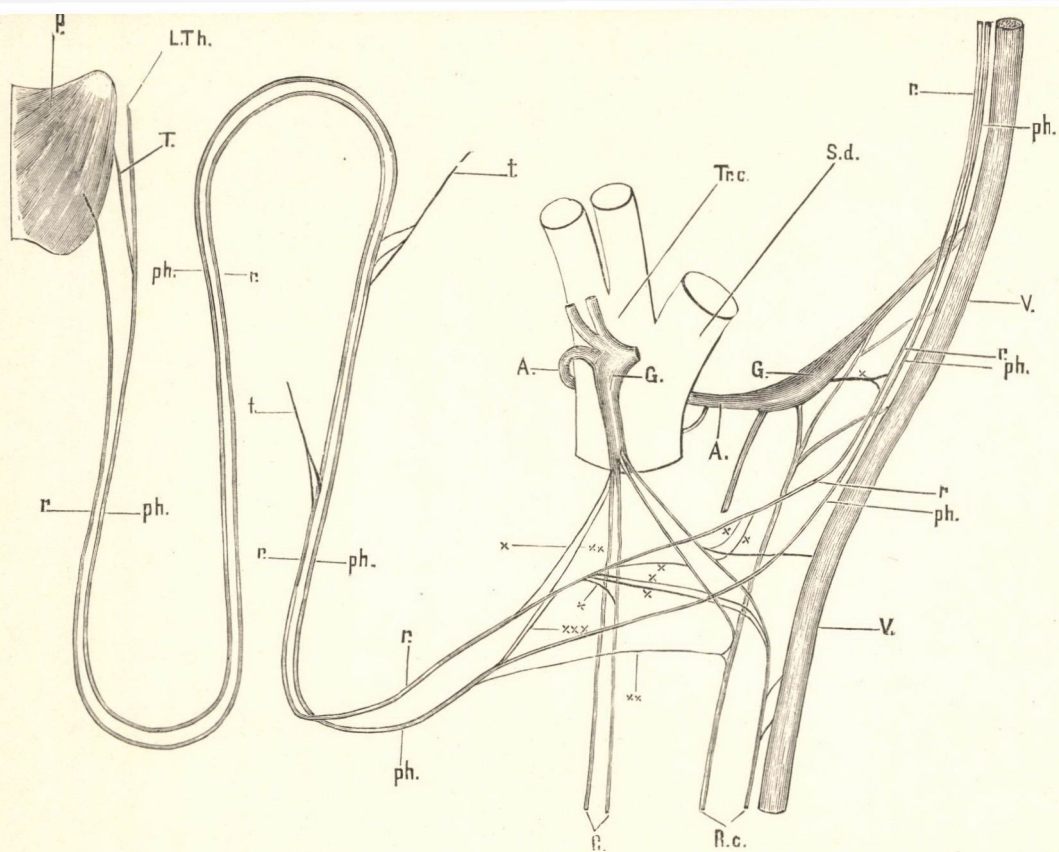
6. ábra. Ló. Az alsó gégeidegek egy kivágott gége kis területén lettek kötegekre bontva és a m. transversus számára rendelt ágak is egy darabig követve. *P.*— hangréstágító izom. *Tr.*— haránt kannaizom. *r.*— légzőköteg, a hangréstágító izom idege. *ph.*— hangképző köteg. *L. Th.*— a musc. cricoarytænoideus lateralis és a m. thyreoarytænoideus idege. *T.*— a musc. transversus idege.

És ebben a reményben nem csalódtam. Már az első készítményen, mely az idegeknek és a légcsőnek csak egy kisebb részét tartal-

mazta, meggyőződtem a kérdés végleges tisztázásának lehetőségéről. A 6. ábra mutatja, hogy az alsó gége ideg légző és hangképző kötege szépen elkülöníthető, sőt a haránt kannaizom idege is egy kis területen követhető volt. Szépen látni, hogy az egyik oldalon ez az ideg a hangképző kötegtől indul, a másik oldalon pedig a légző kötegtől ered. A rövidre metszett idegtörzsek nem engedték meg a további követést, mely bizonyára egyik ponton a haránt kannaizom idegének a légző kötegtől való elválását és a hangképző kötegbe való térését kimutatta volna. A hangképző rostoknak a légző köteghez való ideiglenes csatlakozásáról már fentebb is megemlékeztünk.

A 7. ábra érzékíti azt a készítményt, melynél sikerült az elkülönített légző és hangképző kötegeket a nyakon, a mellkas felső részén a sympathicus összeköttetéseken keresztül a vagus törzsében követni és ezzel azon bonczítani tény megismeréséhez jutni, hogy a gége kettős működésének, a légzésnek és a hangképzésnek megfelelően a légző és a hangképző idegrostok a központtól a gége izmaihoz egy-egy elkülönített egységes idegkötegben haladnak. Az elkülönített légző és hangképző rostkötegek hossza a gégétől a sympathicus összeköttetéseig 66 cm.; ezen részletben indulnak mindegyik kötegtől légső ágak, melyek az ábrában fel vannak tüntetve. Az elkülönített légző és hangképző rostkötegek hossza a vagus törzsében 22 cm., melyben egymás mellett haladnak és könnyen követhetők.

Az elkülönítés súlypontja azon hurok, melyet az alsó gége ideg képez, midőn a vagustól eredve a nagy edények alatt hurokszerűen törekszik fel a nyakra a légső és a bárzsiny között. Itt vannak a sympathicus összeköttetések, az ansa Vieusseni és a szívhez menő ágak. Ezen a fonaton keresztül aránylag könnyen lehet az izolált hangképző köteget tovább követni a vagus törzsébe, mint az ábra is mutatja; csupán két összeköttetés volt jelen, az egyik (××) az ansa Vieusseni dúcából induló és a ganglion stellatumhoz menő ággal függ össze, a másik (××) az egyik ramus cardiacushoz megy és ott egy leszálló és egy felszálló kötegre oszlik, a felső összefolyik az ansa Vieusseniből jövő ággal. Ezeken kívül látunk egy rövid összeköttetést (×××) a légző és a hangképző köteg között. A milyen könnyen ment a hangképző köteg követése a



7. ábra. Ló. Az alsó gégeideg kötegeire van bontva egész lefutásában, az elkülönített légző és hangképző kötegek a mellkas felső részén a sympathicus összeköttetéseken keresztül a vagus törzsében követve vannak. Meglepő szépen mutatkozik az elkülönített légző köteg viszonya a sympathikus idegrendszerhez és a szívhez menő ágakhoz. P.— hangréstágító izom. L. Th.— a musc. cricoarytænoideus lateralis és a m. thyreoarytænoideus idege. T.— a musc. transversus idege. r. r.— légző köteg. ph. ph.— hangképző köteg. t.— légcső ág. V.— vagus. A.— ansa Vieusseni. G.— sympathikus dúcz. Tr. c.— truncus caroticus. S. d.— subclavia dextra. C.— a ganglion stellatumhoz menő ágak. R. c.— rami cardiac. x— a légző köteg összeköttetései a sympathikus idegrendszerrel és a szívhez menő ágakkal. xx— a hangképző köteg összeköttetése. xxx— a légző és a hangképző köteg összeköttetése.

vagus törzsébe, olyan nehéz volt a légző köteget elkülönítve tovább követni; jóformán össze volt szövődve a sympathicussal, nyolcz összekötő szálát tudtunk megállapítani. Az ábrán az összeköttetések X-el vannak jelölve, közelebbről fogjuk megjelölni. Az ansa Vieusseni dúczából két köteg (c) ered, melyek a ganglion stellatumhoz mennek, két vékonyabb ág pedig a szívhez menő idegekhez (*R. c.*) indul; a légző köteg öt finom fonallal függ össze ezen négy ággal. Az ansa Vieusseni duczát az egyik ramus cardiacussal összekötő kötegtől a vagusban haladó légző köteghez indul két szál, még feljebb az ansa Vieusseni másik duczával újra összefügg a légző köteg egy felfelé és egy lefele menő ággal. A légző kötegnek ezen szoros összefüggése a sympathikus idegrendszerrel és a szívhez menő ágakkal meglepő a hangképző köteg egyszerű viszonyával szemben. A lónál végzett vizsgálatok két tény felderítéséhez vezettek: 1. a gége légző és hangképző idegeinek boncztanilag elkülöníthető lefutása a vagusban és az alsó gégeideg törzsében; 2. az elkülönített légző idegköteg szoros viszonya a sympathicus-hoz és a szívhez menő idegekhez. Nézzük ezen két tényt közelebbről. A mi a légző és hangképző kötegek elkülönített lefutását illeti, láttuk, hogy sikerült lónál 88 cm. hosszúságban boncztanilag kimutatni az alsó gégeideg és a vagus törzsében. Embernél és kutyánál az elkülönítés a nyakon az alsó gégeideg törzsében sikerült, marhánál a talált fonatképződés folytán az elkülönítés nem volt lehető. Továbbá ki volt mutatható, hogy a hangképző rostok odasimulhatnak a légző köteg pályájához, hogy a musc. transversushoz menő rostok a légző köteggel rövidebb-hosszabb úton egy kötegben haladhatnak és az elágazódás helyén tőle indulnak, haladhatnak a légző köteggel egy ideig, és aztán elválva a hangképző kötegtől indulnak rendeltetésük helyére, végül egész lefutásukban a hangképző köteg pályájában foglaltatnak.

RUSSEL kutyánál egy finom késsel az alsó gégeideg törzsét három kötegre osztotta és az egyes kötegeket a kísérlet tárgyává tette. Villamos izgatásra az egyik tágulást, a másik szűkülést eredményezett, a harmadik nem reagált. RUSSEL ennek magyarázatát nem adta; SEMON, a ki ismételten hivatkozik ezen kísérletekre, szintén megjegyzés nélkül hagyja e tényt. Addig is, míg az említett megismert boncztani viszonyokat a kísérleti vizsgálódás

tárgyává tehetjük, most csak boncztani eredményeink alapján akarunk néhány megjegyzést tenni. Láttuk, hogy az alsó gégeideg törzsével párhuzamosan, annak belső oldalán halad a r. trachealis n. laryngei sup. és tőle könnyen elkülöníthető; ennek a kötegnek izgatása a gége részéről nem vált ki semmit. A tulajdonképeni alsó gégeideg törzse áll két esetleg három kötegből, melyek közül mi csak az egyiket tartjuk a légző kötegnek. Maga a légző köteg a nyakon pályájában tartalmazhat odasimult hangképző rostokat, melyek a hangrésttágító izom túlsúlyánál fogva nem érvényesülhetnek villanyos izgatáskor. A RUSSEL által kutyánál leírt három köteg közül az egyik a tágító, a másik a szűkítő rostokat tartalmazó kötegnek bizonyult, a mit boncztanilag kimutattunk; a harmadik köteg, mely villamos izgatásra reactio nélkül maradt, vizsgálataink szerint a r. trachealis n. lar. sup.-nak felel meg. Lesz alkalmunk kísérletileg is tanulmányozni ezen viszonyokat, a mikor ezen irányban is hozzászólhatunk a kérdéshez.

Ezek után összefoglalhatjuk idevonatkozó vizsgálataink egyik eredményét a következőkben: SEMON azon felvétele, hogy a légző és hangképző idegrostok a központtól a gégeig az idegtörzsekben elkülönülten haladnak, RUSSEL által kísérletileg támogatva és általunk boncztanilag bizonyítva lett. Tekintsük most az izolált kötegek összeköttetéseit a sympathikus idegrendszerrel. Láttuk, hogy az elkülönített hangképző köteg egy-egy fonallal függ össze az ansa Vieussenit a ganglion stellatummal összekötő ággal és az egyik r. cardiacus-sal, feltűnő azonban azon szoros viszony, melyben az elkülönített légző köteg a sympathicussal és a szívhez menő ágakkal áll. Nyolcz ilyen összekötő fonalat láttunk különböző irányban. Ezen szoros viszony a sympathicussal feltűnt az elkülönített kötegek követésénél; míg a hangképző köteget a vagus törzsébe könnyen lehetett követni, addig a légző köteg mintegy beszövődve volt a sympathicus összeköttetésekben. Boncztanilag tehát a légző köteg szoros összefüggésben áll a sympathicussal és a r. cardiacivel.

Már említettem régebbi vizsgálataimat, melyeket szintén lovon végeztem és melyek a cerebros spinalis rostkötegek lefutására vonatkoznak a sympathicus határkötegben. Ezen vizsgálatok azt mutatták, hogy a cerebros spinalis idegek a határkötegben egy határozott

rendszerben haladnak kötegeik nagyobb részével felfelé vagy lefelé. Így kitünt, hogy a 6—7. mellkasi communicanstól kezdve a nyakon a cerebrospinalis idegek nagyobb része felfelé tér a határkötegbe, csak egy kis része száll lefelé; a 7. mellkasi communicanstól lefelé a cerebrospinalis idegek nagyobb része lefelé száll, csupán egy kis része tér felfelé. A 7. mellkasi communicanstól lefelé épen fordított a viszony. Ismeretes, hogy a gerinczagyban vannak központok, melyeknek idegei magasabban és mélyebben fekvő szervekhez mennek. Ismeretes a gerinczagy és a nyaki sympathicus viszonya az irishez, továbbá a gerinczagy viszonya a hólyaghoz, nemi szervekhez, végbélhez stb. Lónál vizsgálataink mutatták, hogy a 3. és 4. ágyéki communicansból jövő rostok nagyobb része azon fonatra ér, melyből a hólyag és végbél idegei indulnak. Egy chloroform narcosisban elhalt kutyánál láttuk, hogy a 3. ágyéki communicans izgatására a hólyag contractiója következett be. Külső körülmények okozták, hogy ezen vizsgálatokat tovább nem folytathattam és egy évtized múlt el, midőn vizsgálataim a gégeidegek területében újra a sympathicussal hoztak össze. Vizsgálataimat közöltem idézett munkámban, melyek eredménye az volt, hogy az együttérző ideg és a karfonat között levő összekötő ágak, valamint az alsó nyaki együttérző dúcz és első mellkasi együttérző dúcz között levő határköteg villamos ingerlésére a megfelelő hangszalag izmainak összehúzódása és a hangszalagnak a középvonalhoz történt gyors mozgása állt be. Egyuttal közöltem LENHOSSÉK tanár felette érdekes, emberre vonatkozó bonczatani anomaliáját, melynél az alsó gégeideg egy dúczból ered rendes vastagsággal, míg a bolygó idegtől induló recurrens 2·5 mm. helyett 0·5 mm. vastagsággal a vagustól ered és a dúczba mélyed. A dúcz maga több fonállal az alsó nyaki és a felső együttérző mellkasi dúcczal áll összefüggésben. Ezt a készítményt magam is láttam.

A mondottak után egyelőre csak hangsúlyozom, hogy sikerült bonczatanilag kimutatni lónál, miszerint az elkülönített légző köteg szoros összefüggésben áll a sympathicus idegrendszerrel; látjuk, hogy az automaticus központokkal összefüggő idegpályák a körzeten a sympathicus idegrendszerrel szoros kapcsolatban vannak. Nem vezetne célra, ha ezen megismert bonczatani viszonyokat magyarázni akarnók és a légzésnek kiterjedt reflex-mecha-

nismusával is összeköttetésbe akarnók hozni. Egyelőre csakis a bonczatani tények ismertetésére szorítkozunk és tervbe vett kísérleti vizsgálataink után fogjuk fejtegetni ezen alaktani viszonyok élettani jelentőségét. Vizsgálataink az alsó gégeideg törzsében foglalt különböző rostkötegek jelentőségével fognak foglalkozni, különös súlyt helyezve a légző kötegnek a sympathicussal és a szívhez menő ágakkal való összeköttetéseire.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 január 17.-én tartott üléséből.)

BIRÓ LAJOS HERPETOLOGIAI GYÜJTÉSÉRŐL, KÜLÖNÖSEN EGY ÚJ-GUINEAI ÚJ BÉKANEMRŐL.

MEHELÝ LAJOS-tól.

BIRÓ LAJOS, két év óta Új-Guinea messze tájain kutató honfitársunk, mult év november havában 142 példány, nagyrészt jól conservált csúszómászó és kételtű állattal örvendeztette meg a Nemzeti Muzeumot. A gyűjtött anyag immár rendszeresen van felállítva a Nemzeti Muzeum állattárában, de mielőtt részletes ismertetése a Természetrajzi Füzetek XXI. kötetének első számában egy tábla rajz kíséretében megjelennék, a M. T. Akadémia engedelmével a dolgozatomban foglalt s a tudományra nézve új adatokat először e helyen kívánom röviden összefoglalni.

A küldemény 142 példánya összesen 32 fajhoz tartozik s az egyes osztályok és rendek szerint következőképen oszlik meg.

I. Csúszómászók.

1. Teknősök: *Emydura Krefftii* Gray (két teknő Erimából).

2. Gyíkok: *Gymnodactylus marmoratus* Kuhl (egy pld. Stephansortból), *Gehyra mutilata* Wieg. (kilencz pld. Erimából), *Lepidodactylus lugubris* DB. (9 pld. Stephansortból), *Gecko vittatus* Houtt. (5 pld. Erimából), *Lialis Burtonii* Gray (2 pld. Erimából), *Varanus indicus* Daud. (2 pld. Stephansortból), *Varanus prasinus* Schleg. (2 pld. Stephansortból), *Tiliqua gigas* Schneid. (3 pld. Erimából), *Lygosoma jobiense* Meyer (6 pld. Erimából, egy az Oertzen hegységből), *Lygosoma smaragdinum* Less. (egy pld. Friedrich-Wilhelmshafenből), *Lygosoma noctua* Less. (7 pld. Erimából), *Lygosoma cyanurum* Less. (2 pld. Friedrich-Wilhelmshafenből), *Lygosoma Mivarti* Blgr. (23 pld. Stephanosortból s egy az Oertzen hegységből), *Lygosoma callistictum* Ptrs & Dor. (egy pld. Erimá-

ból), *Lygosoma Muelleri* Schleg. var. *latifasciatum* Meyer (egy pld. Erimából).

3. Kígyók: *Python amethystinus* Schn. (3 pld. Erimából), *Enygrus carinatus* Schn. (2 pld. Friedrich-Wilhelmshafenből, három Erimából), *Enygrus asper* Gthr. (2 pld. Friedrich-Wilhelmshafenből, 9 Erimából), *Tropidonotus picturatus* Schleg. (egy pld. Erimából), *Stegonotus modestus* Schleg. (4 pld. Stephansortból), *Dendrophis calligaster* Gthr. (egy pld. Erimából), *Dipsadomorphus irregularis* Merr. var. *papuanus* (2 pld. Stephansortból, 2 Seleo szigetéről), *Pseudelaps Muelleri* Schleg. (2 pld. Stephansortból), *Micropechis ikaheka* Less. (2 pld. Stephansortból), *Acanthophis antarcticus* Shaw. (2 pld. Stephansortból).

II. Kételtűek.

4. Békák: *Cornufer corrugatus* A. Dum. (egy pld. Erimából), *Choanacantha rostrata* (egy pld. Erimából), *Hyla dolichopsis* Cope (egy pld. Erimából), *Hyla infrafrenata* Gthr. (2 pld. Seleo szigetéről s 2 Erimából), *Hyla impura* Ptrs & Dor. (24 pld. Erimából), *Hyla thesaurensis* Ptrs (2 pld. Stephansortból).

★

A fentebb elősorolt fajok közül kiváló figyelmet érdemel az *Emydura Krefftii* Gray nevű teknős, mely eddig csak Ausztráliából volt ismeretes, tehát Új-Guineára nézve új. Tüzetesebben kellett tárgyalnom a *Pygopodidae* nevű ausztráliai családba tartozó *Lialis Burtonii* Gray nevű gyikot, mely az eddigi leírásoktól sok tekintetben elüt. A *Scincidae* családba tartozó *Lygosoma*-féléken is sok, eddigi ismereteinket bővítő és helyesbítő észleletet tehettem s kiemelhetem, hogy sikerült a *Lygosoma Mivarti* Blgr. nevű faj ivari dimorphismusát megállapítanom. A *Stegonotus modestus* Schleg. nevű siklónak három him és egy nőstény példánya alapján kimutattam, hogy ezt a fajt egybe kell vonni a *Stegonotus cucullatus* nevű fajjal. A *Dipsadomorphus irregularis* Merr. nevű mérges kígyó új-guineai példányait a pholidosis és a színruha nagy állandósága alapján var. *papuanus* néven kellett elkülöníteni a más helyekről való s tőlük különböző példányoktól. A *Cornufer*

corrugatus A. Dum. nevű béka-félén a szegycsont nagyon érdekes szerkezetét észleltem, a mennyiben a szegycsont mellső ága (omosternum) villásan ágazik el a mellső hollóorresontok (*procoracoidea*) előtt, mire eddig semmiféle más béka nem nyújt példát. Teljesen újból kellett leírnom a *Hyla impura* Ptrs & Dor. nevű kis leveli békát, a mennyiben eddigi leírásai kivétel nélkül helytelenek s eddig egy buvárnak sem sikerült a nászruhában levő állat ivari dimorphismusát megállapítani. A *Hyla dolichopsis* Cope és *Hyla infrafronata* Gthr. nevű leveli békák rendelkezésemre álló példányai nagyon valószínűvé tették, hogy a két faj egyesítendő, azonban a kérdés biztos eldöntéséhez még több példányra lett volna szükségem.

Az egész gyűjteményben a legérdekesebb volt egy kis béka, melyet nemcsak új fajhoz, hanem új nemhez is tartozónak ismerem fel és *Choanacantha rostrata* néven vezetem be a tudományba. BIRÓ LAJOS az egyetlen nőtény példányt az Astrolabe öbölben fekvő Erimában gyűjtötte.

Állatunk a *szűkszájú békák* (*Engystomatidae*) családba tartozik, mely családnak eddig ismeretes 25 neme Amerika, Afrika, Madagaskar, Elő- és Hátsó-India, a Szunda szigetek és Papuasia területén oszlik meg, Európában azonban egyetlen képviselője sincs.

A szűkszájú békák nagyon keskeny szájnylásuk, fogatlan felső állkapcsuk és a keresztesigolya harántnyújtványainak kiszélesedése által különböznek a rokon családoktól, s a nyelvessék békák (*Phaneroglossa*) szilárd mellkasú sorozatába (*Firmisternia*) tartoznak, hol a kétoldali mellső hollóorresontok (*praecoracoidea*) és hollóorresontok (*coracoidea*) a szegycsont középső porczos része (*episternum*) által szilárd összeköttetésbe lépnek.*

* Ugyanebbe a sorozatba tartoznak a mi vízi és barna békáink (*Ranidae*) s még más három család, ellenben a leveli békák (*Hylidae*), korongnyelvűek (*Dyscoglossidae*), a varasbékák (*Bufo* *idae*) s még öt család a mozgó mellűek (*Arcifera*) sorozatába esnek, hol a mellső és hátsó hollóorresontok befelé eső végei félholdalakú s mozgékonyan egymáson fekvő porczdarabbal vannak egyesítve.

A mellkas ilyen kétféle, merőben különböző szerkezetének mélyreható okai vannak s a phylogenesis mai tükrében világosan látjuk, hogy

Ebbe a családba és sorozatba tartozik a *Choanacantha* nevű új nem is, melynek jellemző tulajdonságait a következőkben foglalthatjuk össze:

Pupillája vízszintesen elliptikus; dobhártyája nincs; az EUSTACH-féle kürtök szájadékai nem vehetők ki. Inyfogai nincsenek, ezeknek pótlásáról azonban olykép gondoskodott a természet, hogy az inycsontokon, a belső orrnyílások (choanæ) mögött egy-egy egyenes és merev csonttüske sarjadzott ki.* A felső szájpadrólson a garat bejárata előtt ivalakban álló fogalakú bőrszemölcsöket veszünk észre. Nyelve nagyon sajátos szerkezetű; kerekded, hátul

a mozgómellűek a fejlettség kezdetlegesebb fokán álló, ősbibb alakok, míg a szilárdmellűek sokkal fejlettebb, későbbi teremtmények. Ennek megfelelően a mozgómellűek manapság legnagyobbbrészt csak a föld távolos tájain, nevezetesen Dél-Amerikában és Ausztráliában tartották fenn magukat, mert az északi állatbirodalomból, mint a származás csomópontjából szertevándorló szilárd mellkasú sorazat csaknem minden más pontról kiszorította őket.

A nyelves békáknak ilyen két sorozatba való felosztása tehát úgy a morphologia, mint a phylogenia szempontjából teljesen indokolt s az egyedül helyes és tudományos eljárás; annál sajnálatosabb, hogy a herpetologia nagymestereinek, az amerikai COPENAK és a londoni BOULENGERNAK ezt a korszakos felfedezését az összehasonlító boncztan és a származástan oly világhírű művelői, mint HAECKEL ERNŐ, HERTWIG OSZKÁR, FLEISCHMANN és mások figyelembe sem veszik. Méltó megütközéssel tapasztaljuk, hogy e nagynevű tudósok még legújabb műveikben is azt az elavult és minden tudományos alapot nélkülöző rendszert követik, mikor a nyelves békákat a lábujjak hegyes, vagy korongos végződése szerint az *Oxydactyla* és *Discodactyla* csoportokra osztották. Ez a beosztás ép oly mesterkélt s a tudomány elveinek ép oly kevésbé felel meg, mint akárcsak a nagy LINNÉ növényssystemája, mert a lábujjak tapadó korongjai nagyon különböző, úgy morphologiai, mint phylogenetikai tekintetben egymástól nagyon távol álló csoportokban egyszerű *convergentia* útján jöhetnek létre. Ha csak az ujjak végződését vennők a felosztás alapjául, akkor oly képtelenségek támadnának, hogy a korongos ujjú *Ranidák* (pl. a *Rhacophorus*-félék) szilárd mellkasuk daczára a mozgómellű leveli békákkal (*Hyliidae*) kerülnének egy szűkebb csoportba, a mi körülbelül ugyanazt jelenti, mintha a vidrát, tehát egy vízi lélethez alkalmazkodott ragadozót, úszóhártyás lábainál fogva az ugyancsak úszóhártyás, de rágesáló fogazatú hóddal egyesítenők.

* E két csonttüskeit vettem az elnevezés alapjául; choana = belső orrlyuk, acanthus = tüske.

kissé kicsipett, elül-hátul szorosan a szájpadráshoz nőtt, de oldal-szélei teljesen szabadok. A nyelv felületén két, hátulról jövő, egyenes és párhuzamos, elül pedig két félkörös barázda tűnik szemünkbe. A nyelv ilyen szerkezete nyilvánvalóvá teszi, hogy az állat hangyákkal és más apró rovarokkal táplálkozik s ezeket egészen másképen veszi fel, mint a mi tágasszájú békáink. Ezek ugyanis hátul szabad, nagy nyelvüket kivetik s a zsákmányul kiszemelt rovart sapka módjára borítják be vele és azután hirtelen bekapják. A *Choanacantha* másképp jár el. Szűk száját kinyitva, nyelve két oldalszélét teknőalakúan felfelé görbíti s ilykép tölesért formál, melyen keresztül mintegy felszippantja az apró rovar. Mikor a rovar már a szájában van, nyelvét ismét ellapítja s a következő pillanatban megemeli a két félkörös barázda közt levő izomredőt és oda szorítja az innycsontok két csonttuskéjéhez, hogy a rovar ki ne menekülhessen, végül e redővel hátra, a garat felé tolja prédáját és lenyeli.*

A *Choanacantha* szilárd szerkezetű mellkasa csupán a két hollóorrcsontból (*coracoidea*), az őket szilárdan egyesítő mellporcából (*episternum*) s a nagyon széles, félholdalakú porcós szegycsontból (*sternum*) áll. A mellső hollóorrcsontok (*praecoracoidea*) s a szegycsont mellső ága (*omosternum*) teljesen hiányzanak. A gerincoszlop a szokásos tíz csigolyából áll; a keresztcsigolya oldalnyujtványai nagyon kiszélesedettek s valamennyi csigolya oldalnyujtványán kivehető a csökevényes bordák porcós nyoma. A hátsó láb csontváza annyiban érdemel említést, hogy a lábközépcsontok (*ossa metatarsalia*) teljesen különváltak s hogy a rendes öt ujjon és a nekik megfelelő lábközépcsontokon kívül, a bőr alatt még egy hatodik, csökevényesen kifejlődött ujj vázát is megtaláljuk. A lábujjak végső percze T-alakú.

E nemnek eddigelé csak azt az egy fajtát ismerjük, melyet BIRÓ LAJOS egy nőtény példányban gyűjtött Erimában s melyet csúcsos orráról *rostratanak* neveztem el.

* Hogy egy ily apró állat mily töméntelen rovarra képes elpusztítani, kitűnik THURSTON E. észleletéből, ki egy rokon faj, a Madras környékén élő *Cacopus globulosus* bázsingjából és gyomrából szárított állapotban 326 grammot nyomó termitacsomót szedett ki.

A faj ismertető jegyei a következők :

Termete zömök. Feje csaknem háromszögű, hosszánál szélesebb, hossza mintegy kétszer foglaltatik a törzs hosszában; arczorra rövid, orrmányszerű, megnyúlt, tompa csúcsú, csaknem kétszer oly hosszú, mint a szemrés; az arczél (*canthus rostralis*) határozatlan; a kantártájék csaknem függőlegesen lecsapó s a szemtől az orrlyukig húzódó, határozottan kitünő barázdával átszelt; az orrlyuk kissé közelebb áll az orr csúcsához, mint a szemhez; a szemek aprók, az arczorr felehosszával csaknem egyenlők; a szemhéjak közt levő hézag háromszor szélesebb egy felső szemhéjnál. A lábujjak rövidek, hengeresek, hegyükön kissé duzzadtak s tompák; az izületi gumók nagyon határozatlanok; a belső metatarsalis gumó nehezen vehető észre, kicsiny, kerekded, a külső hiányzik; a mellső végtag első ujjá valamivel rövidebb a másodiknál. A hátsó lábak rövidek, a törzs hosszában előre hajlított láb bokaizülete nem éri el a hónaljgödröt. Bőre sima, a hát felületén csak néhány apró, elszórt szemölcs tűnik ki.

Színezete. A fej, törzs és a végtagok felül palaszürkék, világosabbak az oldal felé. A czomb hátulján feketés pánt s a talpon feketés háromszögű folt válik ki. A törzs hosszában fehér középcsik fut le, mely az alfel fölött két ágra szakad s a czomb és láb-szár külső oldalára a sötét talpfoltig terjed. Alsó testoldala sárgásfehér, palaszürkével pettyezett; a pettyek sűrűbben állnak a torokon, a mellen s a végtagok tenyerén és talpán, és nagyon szét-szórtan a hason s a czombok alsó oldalán.

Hossza az orr csúcsától az alfelig 39 mm.

Az előre bocsátottakban ismertetett új béka *Peters* és *Doria Xenobatrachus*ához* sorakozik, de elül-hátul odanőtt nyelve, innyesontjainak tüskéi, teljesen hiányzó dobhártyája és különálló lábközépcsontjai révén biztosan megkülönböztethető tőle.

* «Catalogo dei Rettili e dei Batraci . . . Austro-Malese», Annali Mus. Genova XIII, 1878, p. 432, tab. VII, fig. 5.

AZ ORTHOGONÁLIS HELYETTESÍTÉSEK EGYÜTTTHATÓI KÖZÖTT FENNÁLLÓ FELTÉTELI EGYEN- LETEK.

RADOS GUSZTÁV 1. tagtól.

Az

$$y = c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + \cdots + c_{in}x_n$$

$(i=1, 2, \dots, n)$

lineár helyettesítés — mint ismeretes — akkor orthogonális, ha együtthatói között az

$$f_i \equiv c_{i_1 1} c_{i_2 1} + c_{i_1 2} c_{i_2 2} + \cdots + c_{i_1 n} c_{i_2 n} - \delta_{i_1 i_2} = 0 \quad \text{I)}$$

$(i_1, i_2 = 1, 2, \dots, n)$

feltételi egyenletek fennállnak, a melyekben a $\delta_{i_1 i_2}$ symbolum 1-et vagy 0-t jelent, a szerint a mint i_1 az i_2 -vel egyenlő vagy tőle különböző. E feltételi egyenletek száma, ν ugyanakkora mint az $1, 2, 3, \dots, n$ elemekből alkotható ismétléssel való másodosztályú combinációk száma, tehát

$$\nu = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Az n határozatlanra vonatkozó vagy — a mint rövidebben mondjuk — az n -dimenziós orthogonális helyettesítések összességének meghatározására vonatkozó problema egyenlő értékű az I) alatt felírt egyenletrendszer megoldásának feladatával. E feladat megoldása előtt pedig két kérdést kell tisztáznunk:

1. nem ellentmondók-e az egyenletrendszer egyenletei, úgy hogy együttes megoldásuk lehetetlen;

2. függetlenek-e az egyenletrendszer egyenletei egymástól, úgy hogy az egyenletek és ismeretlenek számának megfelelő mennyiségű megoldást találunk.

Hogy I)-nek egyenletei nem ellentmondók, már onnan is következik, hogy egyes n -dimenziós orthogonális helyettesítések minden nehézség nélkül alkothatók. Így pl. — hogy a legegyszerűbbet említsük — az azonos helyettesítés:

$$y_i = x_i, \\ (i=1, 2, \dots, n)$$

a melynek együtthatóit a

$$c_{i_1 i_2} = \delta_{i_1 i_2} \\ (i_1, i_2=1, 2, \dots, n)$$

egyenlőségek szolgáltatják, orthogonális; tehát $c_{i_1 i_2} = \delta_{i_1 i_2}$ az I) egyenletrendszernek egyik megoldása, úgy hogy ezzel I) egyenleteinek incompatibilitása ki van zárva.

Nem ily egyszerűen dönthető el a második kérdés, a mely az I) alatti egyenletek egymástól való függetlenségére vonatkozik. E kérdés — tudtommal — eddig még nincsen elintéztve; legalább ismeretlen előttem oly bebizonyítás, a melyből az I) alatti egyenleteknek egymástól független volta minden kétséget kizáró módon kitűnnék. Pedig e kérdés eldöntése eléggé fontos, mert az a sokat alkalmazott tétel, hogy az n -dimenziós orthogonális helyettesítések összességéből álló sokaság

$$n^2 - \frac{n(n+1)}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

-méretű, csak akkor igaz, ha az I) egyenletek egymástól függetlenek és mielőtt ez kimutatva nincsen e sokaság méretéről biztosítással csak annyit mondhatunk, hogy az $\frac{n(n-1)}{2}$ -nél nem kisebb.

A jelen sorokban czélom az I) alatti egyenletek független voltát teljes szigorúsággal bebizonyítani.

Ha az 1, 2, 3, . . . , n elemeknek ismétléssel való másodosztályú combinatioit ebben a sorrendben írjuk:

$$(11), (12), \dots, (1n), (22), \dots, (2n), \dots, \\ (n-1, n-1), (n-1, n), (nn)$$

és az $(i_1 i_2)$ combinatio jelölésére e sorozatban való rendszámát i -t használjuk fel, akkor az I) alatti egyenletrendszer egyenletei:

$$f_1=0, f_2=0, \dots, f_v=0$$

$$\left(v = \frac{n(n+1)}{2}\right)$$

és az ismeretlenek bennük

$$c_{11}, c_{12}, \dots, c_{1n}, c_{21}, c_{22}, \dots, c_{2n}, \dots, c_{n1}, c_{n2}, \dots, c_{nn}.$$

Az algebra egyik ismeretes tételének értelmében most már az I) alatti egyenletek akkor és csak akkor függetlenek egymástól, ha az

$$M = \begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial c_{11}} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{1n}} & \frac{\partial f_1}{\partial c_{21}} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{2n}} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{n1}} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{nn}} \\ \frac{\partial f_2}{\partial c_{11}} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{1n}} & \frac{\partial f_2}{\partial c_{21}} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{2n}} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{n1}} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{nn}} \\ \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial f_v}{\partial c_{11}} & \dots & \frac{\partial f_v}{\partial c_{1n}} & \frac{\partial f_v}{\partial c_{21}} & \dots & \frac{\partial f_v}{\partial c_{2n}} & \dots & \frac{\partial f_v}{\partial c_{n1}} & \dots & \frac{\partial f_v}{\partial c_{nn}} \end{vmatrix},$$

n^2 számú oszlopból és $\nu = \frac{n(n+1)}{2}$ számú sorból összetett matrixnak nem minden ν -edfokú determinánsa azonosan egyenlő zérussal. Ennek a bebizonyítására azonban elégséges, ha kimutatjuk, hogy az M matrix ν -edfokú determinánsai nem tűnnek el mindannyian azonosan ama c_{i,i_2} értékrendszerekre vonatkozólag, a melyek bármely valós orthogonális helyettesítés együtthatóit alkotják. Ezt meg úgy mutatjuk ki, hogy megvizsgáljuk az M -ből alkotható ν -edfokú determinánsok négyzetösszegét és bebizonyítjuk róla, hogy az említett c_{i,i_2} rendszerekre vonatkozólag a zérustól különböző értéket vesz fel.

Az M matrix részletesen kiírva a következő:

$$\begin{array}{cccccccccccc}
2c_{11} & 2c_{12} & \dots & 2c_{1n} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\
c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} & c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} & 0 & 0 & \dots \\
. & . & \dots & . & . & . & \dots & . & . & . & \dots \\
c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\
0 & 0 & \dots & 0 & 2c_{21} & 2c_{22} & \dots & 2c_{2n} & 0 & 0 & \dots \\
0 & 0 & \dots & 0 & c_{31} & c_{32} & \dots & c_{3n} & c_{21} & c_{22} & \dots \\
. & . & \dots & . & . & . & \dots & . & . & . & \dots \\
. & . & \dots & . & . & . & \dots & . & . & . & \dots
\end{array}$$

a belőle alkotható ν -edfokú determinánsok négyzetösszege most már CAUCHY és BINET tétele alapján ν -edfokú determináns alakjában állítható elő oly módon, hogy e determináns i -dik sorában k -dik elemül azt a kifejezést írjuk, a mely az M matrix i -dik és k -dik sorának komponálása útján keletkezik; ha e mellett figyelemmel vagyunk arra, hogy most a c_{i,i_2} ismeretlenek helyébe valamely valós orthogonális helyettesítés együtthatóit tettük, hogy tehát

$$c_{i,1}c_{i_2,1} + c_{i,2}c_{i_2,2} + \dots + c_{i,n}c_{i_2,n} = \delta_{i,i_2},$$

akkor az említett négyzetösszeget a következő determináns fogja szolgáltatni:

$$\begin{vmatrix} 4\delta_{11} & 2\delta_{12} & \dots & 2\delta_{1n} & \dots \\ 2\delta_{21} & \delta_{22} + \delta_{11} & \dots & \delta_{2n} & \dots \\ . & . & \dots & . & \dots \\ 2\delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn} + \delta_{11} & \dots \\ . & . & \dots & . & \dots \\ . & . & \dots & . & \dots \end{vmatrix},$$

a mely részletesen kiírva

$$\begin{vmatrix} 4 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 2 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ . & . & \dots & . & . & . & . & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 2 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 4 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 2 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 2 & \dots \\ . & . & \dots & . & . & . & . & \dots \end{vmatrix}.$$

De ennek az értéke

$$4^n \cdot 2^{\frac{n(n+1)}{2}} = 2^{\frac{n(n+3)}{2}},$$

mint közvetlenül látható, a zérustól különböző. Lehetetlen tehát hogy M -nek minden ν -edfokú determinánsa azonosan tünjék el, és így ezzel az I) alatti egyenletrendszer egyenleteinek egymástól független volta teljesen be van bizonyítva.

ALGEBRAI FELÜLETEK MAGASABBRENDŰ ÉRINTŐSÍKJAI.

TÓTÖSSY BÉLA-tól.

Valamely \mathcal{Q} síkról azt mondjuk, hogy az n -edrendű F felületet annak valamely *egyszerű* O pontjában magasabb rendben, pl. m -edrendben érinti, ha O az $(F\mathcal{Q})$ metszésnek $(m+1)$ -szeres pontja. O a *magasabb rendben érintő-* vagy *magasabb rendű* érintősíknak, \mathcal{Q} -nak érintési pontja.

Az $(O\mathcal{Q})$ sugársor tetszőleges sugara m -edrendben érinti az F -et; az $(F\mathcal{Q})$ metszés O pontján keresztül menő $m+1$ görbeág mindegyikéhez az O pontban vont egy-egy érintő, az \mathcal{Q} m -edrendű érintősíkhöz tartozó $m+1$ *főérintő*, az F -et $(m+1)$ -edrendben érinti. Valamely az O ponton tetszőlegesen keresztülmenő sík a felületből n -edrendű görbét, az \mathcal{Q} síkból egyenest metsz ki, a melyek az O pontban m -edrendben érintkeznek. Ha a metsző sík a főérintők egyikén megy keresztül, akkor az F -ből kimetszett n -edrendű görbe és az \mathcal{Q} -ból kimetszett egyenes érintkezése az O pontban $(m+1)$ -edrendű.

Ha $m=1$, akkor \mathcal{Q} az F -nek *közönséges érintősíkja*, melynek érintési pontja O az $(F\mathcal{Q})$ metszésnek *kettőspontja*, míg ennek két ágához vont érintő az F felületnek O pontjához tartozó *két főérintője*.

Legyen

$$\varphi = 0$$

oly n -edrendű felület egyenlete, melynek valamely O pont $(m+1)$ -szeres pontja, tehát minden az O ponton tetszőlegesen keresztül fektetett sík a φ felületből n -edrendű görbét metsz ki, melynek az O pont $(m+1)$ -szeres pontja.

Legyen továbbá

$$\varrho = 0$$

valamely tetszőlegesen az O ponton keresztül menő síknak egyenlete és legyen végre

$$\phi = 0$$

egy tetszőleges $(n-1)$ -edrendű felület egyenlete, akkor

$$F \equiv \varphi + \varrho \phi = 0 \quad 1)$$

egyenlete oly n -edrendű F felületnek, a melynek ϱ m -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

A koordináta tetraéder csúcspontjait A_i -vel, az A_i csúcsponttal szemben fekvő koordinátasíkokat \mathbf{A}_i -vel jelölöm és mint \mathbf{A}_2 koordinátasíkot az ϱ -t, mint A_4 koordináta-csúcspontot az O -t választom úgy, hogy O -nak koordináta viszonyai

$$x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = 0 : 0 : 0 : 1,$$

ϱ -nak egyenlete

$$x_2 = 0,$$

a φ felület egyenlete x_4 hatványai szerint rendezve:

$$\varphi \equiv x_4^{n-(m+1)}u^{(m+1)} + x_4^{n-(m+2)}u^{(m+2)} + \dots + x_4 u^{(n-1)} + u^{(n)} = 0$$

alakkal bír, a hol $u^{(k)}$ az x_1 , x_2 és x_3 koordinátáknak k -adrendű homogen egész függvénye; továbbá a

$$\phi = 0$$

egyenlet az x_4 hatványai szerint rendezve:

$$\phi \equiv x_4^{n-1}v^{(0)} + x_4^{n-2}v^{(1)} + x_4^{n-3}v^{(2)} + \dots + x_4 v^{(n-2)} + v^{(n-1)} = 0,$$

a hol $v^{(i)}$ az x_1 , x_2 és x_3 koordinátáknak i -edrendű homogen egész függvénye, végre az F felület egyenlete:

$$F \equiv \varphi + x_2 \phi = 0. \quad 1^a)$$

Polárfelületek.

A tér tetszőleges Y pontjának koordinátáit y_i -vel ($i=1, 2, 3, 4$) jelölván, az Y pontnak F -re vett első polárfelületének egyenlete

$$P_1^F \equiv \Sigma \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} y_i + x_2 \Sigma \frac{\partial \psi}{\partial x_i} y_i + y_2 \psi = 0,$$

vagy könnyen érthető rövidített jelöléssel :

$$P_1^F \equiv P_1^\varphi + x_2 P_1^\psi + y_2 \psi = 0. \quad 2)$$

Ha Y az \mathcal{Q} síkban fekszik, akkor

$$y_2 = 0,$$

mely értéket a (2) alatti egyenletbe behelyettesítvén, az átmegy a következőbe :

$$P_1^F \equiv P_1^\varphi + x_2 P_1^\psi = 0. \quad 3)$$

P_1^φ illetőleg P_1^ψ az \mathcal{Q} síkban fekvő Y pontnak első polárja a φ illetőleg ψ felületre nézve.

Az O pont a P_1^φ , $(n-1)$ -edrendű felületnek m -szeres pontja, P_1^ψ , $(n-2)$ -edrendű felület.

A 3) alatti egyenlet ugyanoly szerkezetű, mint az (1) alatti, tehát P_1^F , vagyis az \mathcal{Q} sík tetszőleges Y pontjának első polárfelülete F -re nézve oly $(n-1)$ -edrendű felület, melynek \mathcal{Q} , $(m-1)$ -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

Könnyen belátható, hogy az \mathcal{Q} síkban fekvő Y pontnak az F -re vett k -adik polárfelületének egyenlete

$$P_k^F \equiv P_k^\varphi + x_2 P_k^\psi = 0, \quad 4)$$

a hol $P_k^\varphi = 0$ illetőleg $P_k^\psi = 0$ az Y pontnak a φ illetőleg a ψ felületre vett k -adik polárfelületének egyenlete. $P_k^\varphi = 0$, oly $(n-k)$ -adrendű felületnek egyenlete, melynek O , $(m+1-k)$ -szoros pontja, P_k^ψ tetszőleges $(n-1-k)$ -adrendű felület és a 4) alatti egyenlet szerkezetéből következik, hogy :

Ha az Ω sík valamely n -edrendű F felületnek m -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal, akkor Ω tetszőleges Y pontjának F -re vett k -adik polárfelülete P_k^F oly $(n-k)$ -adrendű felület, a melynek Ω , $(m-k)$ -adrendű érintősíkja, ugyanazon O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

Ha $k=m$, akkor $m-k=0$. Ez esetben az Y pont k -adik vagyis m -edik polárfelülete az O ponton egyszerűen megy keresztül a nélkül, hogy ott az Ω síkot érintené. Ha $k>m$ pl. $k=m+a$, akkor $m-k$ negatív, a mi mint látjuk, azt jelenti, hogy az Y pont $(m+a)$ -adik polárfelülete az O pontot többé nem tartalmazza.

Tekintsük most azt az esetet, a melyben Y az O ponttal összeesik. Ekkor

$$y_1 = y_2 = y_3 = 0$$

és y_4 egyenlővé tehető az egységgel.

Az O pontnak F -re vett k -adik polárfelületének egyenlete ez esetben :

$$\mathfrak{P}_k^F \equiv \frac{\partial^k \varphi}{\partial x_4^k} + x_2 \frac{\partial^k \psi}{\partial x_4^k} = 0,$$

vagy

$$\mathfrak{P}_k^F \equiv \mathfrak{P}_k^F + x_2 \mathfrak{P}_k^{\psi} = 0. \quad (5)$$

\mathfrak{P}_k^{ψ} oly $(n-k)$ -adrendű felület, melynek O m -szeres pontja, \mathfrak{P}_k^{ψ} tetszőleges $(n-k)$ -adrendű felület, tehát az O pontnak F -re vett k -adik polárfelülete oly $(n-k)$ -adrendű felület \mathfrak{P}_k^F , melynek Ω m -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

Ha

$$k = n - (m + 1),$$

akkor a $\frac{\partial^{n-(m+1)} \varphi}{\partial x_4^{n-(m+1)}}$ kifejezésben az x_4 koordináta többé nem fordul elő; $\mathfrak{P}_{n-(m+1)}^{\psi}$ oly m -edrendű kúpfelület, melynek középpontja az O pont.

Ha

$$k = n - m,$$

akkor $\frac{\partial^{n-m} \varphi}{\partial x_4^{n-m}}$ azonosan egyenlő lévén zérussal, az O pontnak

F -re vett $(n-m)$ -edik polárfelületének egyenlete:

$$\mathfrak{P}_{n-m}^F \equiv x_2 \mathfrak{P}_{n-m}^U = 0; \quad (6)$$

\mathfrak{P}_{n-m}^F tehát szétesik az Ω síkra és egy tetszőleges $(m-1)$ -edrendű felületre. A \mathfrak{P}_{n-m}^F felület ezen magatartása jellemző a tárgyalt singularitásra úgy, hogy eredményképen kimondhatjuk a következő tételt:

Ha valamely n -edrendű F felület egy Ω m -edrendű érintősíkkal bír, akkor az Ω -hoz tartozó O érintési pontnak F -re vett $(n-m)$ -edik polárfelülete oly módon esik szét két részre, hogy az egyik részt az Ω sík képezi.

Az x_4 szerint történő ismételt integrálás útján könnyen meggyőződhetünk arról, hogy ezen tétel megfordítása is helyes, a mit így fogalmazhatunk:

Ha valamely O pontnak az F n -edrendű felületre vett $(n-m)$ -edik polárfelülete oly módon esik szét egy Ω síkra és egy tetszőleges $(m-1)$ -edrendű felületre, hogy Ω az O ponton keresztül megy, akkor Ω az F -nek m -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

Hesse-féle felület.

A

$$\psi_i = \frac{\partial \psi}{\partial x_i}, \quad \psi_{ik} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_i \partial x_k}$$

és

$$\varphi_{ik} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_i \partial x_k}$$

ismeretes, kényelmesebb jelölést használva, az F felület HESSE-féle felületének egyenlete:

$$H \equiv \begin{vmatrix} \varphi_{11} + x_2 \psi_{11} & \varphi_{21} + x_2 \psi_{21} + \psi_1 & \varphi_{31} + x_2 \psi_{31} & \varphi_{41} + x_2 \psi_{41} \\ \varphi_{12} + x_2 \psi_{12} + \psi_1 & \varphi_{22} + x_2 \psi_{22} + 2\psi_2 & \varphi_{32} + x_2 \psi_{32} + \psi_3 & \varphi_{42} + x_2 \psi_{42} + \psi_4 \\ \varphi_{13} + x_2 \psi_{13} & \varphi_{23} + x_2 \psi_{23} + \psi_3 & \varphi_{33} + x_2 \psi_{33} & \varphi_{43} + x_2 \psi_{43} \\ \varphi_{14} + x_2 \psi_{14} & \varphi_{24} + x_2 \psi_{24} + \psi_4 & \varphi_{34} + x_2 \psi_{34} & \varphi_{44} + x_2 \psi_{44} \end{vmatrix} = 0. \quad (7)$$

Ha a 7) alatti determináns minden elemét háromtagúnak tekintjük, akkor azt felbonthatjuk *nyolczvanegy* determináns ösz-

szegére úgy, hogy az az összeg könnyen érthető rövidítéssel így is írható :

$$H \equiv \Sigma(iklm) = 0, \\ (i, k, l, m = 1, 2, 3)$$

a hol pl.

$$(2331) = \begin{vmatrix} x_2\phi_{11} & \phi_1 & 0 & \varphi_{41} \\ x_2\phi_{12} & 2\phi_2 & \phi_2 & \varphi_{42} \\ x_2\phi_{13} & \phi_3 & 0 & \varphi_{43} \\ x_2\phi_{14} & \phi_4 & 0 & \varphi_{44} \end{vmatrix}.$$

Általában a ϕ_i illetőleg ϕ_{ik} ($i, k = 1, 2, 3, 4$) x_4 -ben $(n-2)$ -ed illetőleg $(n-3)$ -ad fokúak, a φ_{ik} , $\varphi_{i4} = \varphi_{4i}$, ($i, k = 1, 2, 3$) az x_4 -ben $n-(m+1)$ -ed illetőleg $n-(m+2)$ -ed fokúak, míg a φ_{44} ugyan-csak x_4 -ben $[n-(m+3)]$ -adfokú.

Megvizsgáljuk a HESSE-féle felület magatartását az O pontban és e célra a H egyenletét x_4 hatványai szerint rendezzük.

Mint hogy a felület $4(n-2)$ -edrendű, az egyenlet alakja ez :

$$H \equiv h^{(0)}x_4^{4(n-2)} + h^{(1)}x_4^{4(n-2)-1} + h^{(2)}x_4^{4(n-2)-2} + \dots + h^{(4(n-2))} = 0, \quad (8)$$

a hol $h^{(k)}$ az x_1, x_2 és x_3 koordinátáknak k -adrendű homogen egész függvénye.

Az x_4 -nek $4(n-2)$ -edik hatványa csakis a

$$(3333)$$

determinánsban, $[4(n-2)-1]$ -edik hatványa ezenkívül még csak a

$$(2333), \quad (3233), \quad (3323), \quad (3332)$$

determinánsokban fordulhat elő. De közvetlenül látjuk, hogy minden

$$(3k3m), \quad (3kl3), \quad (ik33)$$

determináns azonosan egyenlő a nullal, tehát a fent említett öt determináns is úgy, hogy a 8) alatti egyenletben

$$h^{(0)} \equiv 0 \quad \text{és} \quad h^{(1)} \equiv 0.$$

Az x_4 -nek $[4(n-2)-2]$ -dik hatványa az előbbieken kívül még csak a

$$(2233), \quad (3223), \quad (3232), \\ (2332), \quad (2323), \quad (3322)$$

determinánsokban fordulhat elő, a melyek közül a három elsőről közvetlenül látjuk, hogy azonosan eltűnik és a megmaradó három mindegyikéből x^2 mint közös tényező kiemelhető úgy, hogy

$$h^{(2)} = ax_2^2,$$

a hol a általában a zérustól különböző számérték.* A HESSE-féle felület egyenlete tehát x_4 hatványai szerint rendezve, a következő:

$$H \equiv ax_2^2 x_4^{4(n-2)-2} + h^{(3)} x_4^{4(n-2)-3} + \dots + h^{(1(n-2))} = 0. \quad (9)$$

A HESSE-féle felület x_4 hatványai szerint rendezett egyenletében az

$$x_4^{4(n-2)-2} \text{ és } x_4^{4(n-2)-1} \text{-et,}$$

x_4 -nek két legmagasabb hatványát tartalmazó két tag hiányzik. Az x_4 legmagasabb hatványa, a melynek együtthatója nem azonosan egyenlő a nullal, a $[4(n-2)-2]$ -edik és ennek együtthatója

$$v^{(2)} = ax_2^2,$$

a miből azt következtethetjük, hogy az O pont a HESSE-féle felületnek *uniplanar kettőspontja* és hogy \mathcal{Q} a hozzátartozó *singuláris érintősík*.

Ezen uniplanar kettőspont természetének tanulmányozására felkeressük a HESSE-féle felület metszését az \mathcal{Q} síkkal.

A $(H\mathcal{Q})$ metszésvonal egyenletét vonatkoztatva az $A_1 A_3 A_4$

* A $v^{(0)}$, $v^{(1)}$ és $v^{(2)}$ értékeit részletesen kiírva, legyen

$$\begin{aligned} \psi \equiv & a_0 x_4^{n-1} + (a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3) x_4^{n-2} + (a_{11} x_1^2 + a_{22} x_2^2 + a_{33} x_3^2 + 2a_{12} x_1 x_2 + \\ & + 2a_{23} x_2 x_3 + 2a_{31} x_3 x_1) x_4^{n-3} + v^{(3)} x_4^{n-4} + \dots + v^{(n-2)} x_4 + v^{(n-1)}, \end{aligned}$$

akkor

$$\alpha = 2(n-1)a_0[2(n-1)a_0(a_{33}^2 - a_{11}a_{33}) + (n-2)(a_1^2 a_{33} - 2a_1 a_3 a_{13} + a_3^2 a_{11})],$$

a mely érték nem azonosan egyenlő zérussal, mert pl.:

$$a_1 = 0, \quad a_0 = a_3 = 1, \quad a_{11} = 0, \quad a_{13} = a_{33} = 1$$

esetében

$$\alpha = 4(n-1)^2,$$

a mi általában, t. i. ha $n > 1$, zérustól különböző számérték.

háromszögre mint koordinátaháromszögre, megkapjuk a 7) alatti egyenletből, ha abba az

$$x_2 = 0$$

értéket helyettesítjük. A

$$(\varphi_{ik})_{x_2=0} = \phi_{ik} \quad \text{és} \quad (\psi_i)_{x_2=0} = \psi_i$$

rövidítésekkel a keresett egyenlet:

$$h \equiv \begin{vmatrix} \phi_{11} & \phi_{21} + \psi_1 & \phi_{31} & \phi_{41} \\ \phi_{12} + \psi_1 & \phi_{22} + \psi_2 & \phi_{32} + \psi_3 & \phi_{42} + \psi_4 \\ \phi_{13} & \phi_{23} + \psi_3 & \phi_{33} & \phi_{43} \\ \phi_{14} & \phi_{24} + \psi_4 & \phi_{34} & \phi_{44} \end{vmatrix} = 0. \quad (10)$$

Ez az egyenlet $4(n-2)$ -edrendű görbét ábrázol, melynek viselkedését az A_4 pontban meg akarjuk vizsgálni. E célra rendezzük a 10) alatti egyenletet x_4 hatványai szerint. Az egyenlet bal oldalán álló determináns felbontható tizenhat determináns összegére úgy, hogy az egyenlet a következő alakban is írható:

$$h \equiv \Sigma(iklm) = 0. \quad (11)$$

($i, k, l, m = 1, 2$)

Ez összegben előforduló determinánsok közül a

$$(2k2m), \quad (2kl2) \quad \text{és} \quad (ik22)$$

alakú nyolcz determináns azonosan egyenlő zérussal. A megmaradó nyolcz determinánsban előforduló ψ_i és ψ_{ik} illetőleg ϕ_{ik} , x_4 -ben ugyanoly magas fokúak, mint a megfelelő ϕ_i , ϕ_{ik} illetőleg φ_{ik} kifejezések, a melyekből az előbbiek $x_2=0$ helyettesítése által keletkeztek.

A $(H\Omega)$ metszésvonalnak x_4 hatványai szerint rendezett egyenletének, x_4 -ben legmagasabb fokú, identikusan már el nem tűnő tagja az

$$(1212) = \begin{vmatrix} \phi_{11} & \psi_1 & \phi_{31} & 0 \\ \phi_{12} & 2\psi_2 & \phi_{32} & \psi_4 \\ \phi_{13} & \psi_3 & \phi_{33} & 0 \\ \phi_{14} & \psi_4 & \phi_{34} & 0 \end{vmatrix}$$

determinánsban fordul elő, még pedig kifejtésének

$$\psi_4^2(\phi_{11}\phi_{33} - \phi_{13}^2)$$

résében. A megfelelő értékeket behelyettesítve látjuk, hogy x_4 -nek keresett legnagyobb hatványkitevője

$$4(n-2)-(2m-2)$$

úgy, hogy a $(H\Omega)$ metszészvonálnak x_4 hatványai szerint rendezett egyenlete:

$$h \equiv t^{(2m-2)} x_4^{4(n-2)-(2m-2)} + K, \quad (11)$$

a hol $t^{(2m-2)}$ az x_1 és x_3 koordinátáknak $(2m-2)$ -edfokú homogen egész függvénye, mely általában nem azonosan egyenlő a zérussal és K az x_4 -ben alacsonyabb fokú tagoknak összege. Az egyenletnek ezen alakjából következik, hogy O a $(H\Omega)$ síkmetszésnek $(2m-2)$ -szeres pontja.

A HESSE-féle felületnek a tárgyalt singularitásban való magatartására nézve nyert eredményeket a következő tételben foglaljuk össze:

Ha valamely n -edrendű F felület egy Ω m -edrendű érintősíkkal bír, akkor az Ω -hoz tartozó O érintési pont az F HESSE-féle felületének igen speciális uniplanar kettőspontja, a melyhez tartozó singuláris érintősík maga az Ω sík. A HESSE-féle felület metszése az Ω síkkal O -ban $(2m-2)$ -szeres ponttal bír.

Speciális esetek.

A szerint a mint a φ felületnek $(m+1)$ -szeres pontja speciális jellegű, vagy még hozzá az Ω sík is speciális helyzetű, a tárgyalt singularitás is különböző speciális alakokat mutat.

Különös érdekléssel bír az az eset is, a melyben valamely Ω sík és az F felület érintése a lehető legmagasabb rendű, a mely egyáltalán valamely sík és adott, mondjuk n -edrendű felület közt létrejöhet. Ez a legmagasabb rendű érintés akkor következik be, ha az (ΩF) metszés n egy és ugyanazon O pontot, Ω érintési pontját tartalmazó egyenesből áll. Ebben az esetben az érintés $(n-1)$ -edrendű, tehát

$$m=n-1.$$

A koordináta-tetraédert megint úgy választom, hogy O annak A_4 csúcspontja és Ω az A_4 koordinátasík legyen. A felület

$$F \equiv \varphi + x_3 \psi = 0$$

egyenletében most a φ csak az x_1 , x_2 és x_3 koordinátáknak n -edrendű homogen egész függvénye, mert φ oly n -edrendű felület, melynek az O pont n -szeres pontja, de akkor φ kúpfelület.

Polárfelületek. Az Ω síkban fekvő Y pontnak az F -re vett k -adik polárfelületének 4) alatti

$$P_k^F \equiv P_k^{\varphi} + x_3 P_k^{\psi} = 0.$$

egyenletében most P_k^{φ} , $(n-k)$ -adrendű kúpfelület, P_k^{ψ} marad tetszőleges $(n-1-k)$ -adrendű felület és az egyenlet szerkezetéből következik, hogy:

Ha az Ω sík valamely n -edrendű F felületnek $(n-1)$ -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal, akkor Ω tetszőleges Y pontjának F -re vett k -adik polárfelülete P_k^F oly $(n-k)$ -adrendű felület, melynek Ω , $(n-1-k)$ -adrendű érintősíkja ugyanazon O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

Ha $k=n-2$, akkor $n-k=2$ és $n-1-k=1$, tehát Ω még az Y pont F -re vett *quadraticus polárfelületét* is az O pontban érinti, de már csak első rendben, úgy hogy Ω annak *közönséges érintősíkja*. Ha $k=n-1$, akkor $n-k=1$ és $n-1-k=0$; ez azt jelenti, hogy az Y pontnak F -re vett *polársíkja* az O ponton egyszerűen keresztül megy, a nélkül hogy ott az Ω -t érintené.

Áttérünk az O pont polárfelületeinek megvizsgálására. Mint-hogy φ az x_4 -et nem tartalmazza és így már

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x_4} \equiv 0,$$

az O pontnak F -re vett *első* polárfelületének egyenlete:

$$\mathfrak{P}_1^F \equiv x_2 \mathfrak{P}_1^{\psi} = 0,$$

tehát kimondhatjuk a következő tételt:

Ha valamely n -edrendű F felület egy Ω , $(n-1)$ -edrendű érintősíkkal bir, akkor az Ω -hoz tartozó O érintési pontnak F -re

vett első polárfelülete oly módon esik szét két részre, hogy az egyik részt az Ω sík képezi.*

Természetesen e tétel megfordítása is igaz:

Ha valamely O pontnak az n -edrendű F felületre vett első polárfelülete oly módon esik szét egy Ω síkra és egy tetszőleges $(n-2)$ -edrendű felületre, hogy Ω az O ponton keresztül megy, akkor Ω az F -nek $(n-1)$ -edrendű érintősíkja, O -val mint hozzátartozó érintési ponttal.

Hesse-féle felület. Ha

$$m=n-1,$$

akkor

$$\varphi_{i4} \equiv 0 \quad \text{és} \quad \varphi_{4k} \equiv 0,$$

tehát a HESSE-féle felület egyenlete:

$$H \equiv \begin{vmatrix} \varphi_{11} + x_2 \psi_{11} & \varphi_{21} + x_2 \psi_{21} + \psi_1 & \varphi_{31} + x_2 \psi_{31} & x_2 \psi_{41} \\ \varphi_{12} + x_2 \psi_{12} + \psi_1 & \varphi_{22} + x_2 \psi_{22} + 2\psi_2 & \varphi_{32} + x_2 \psi_{32} + \psi_3 & x_2 \psi_{42} + \psi_4 \\ \varphi_{13} + x_2 \psi_{13} & \varphi_{23} + x_2 \psi_{23} + \psi_3 & \varphi_{33} + x_2 \psi_{33} & x_2 \psi_{43} \\ x_2 \psi_{14} & x_2 \psi_{24} + \psi_4 & x_2 \psi_{34} & x_2 \psi_{44} \end{vmatrix} = 0;$$

x_4 hatványai szerint rendezve, egyenletének alakja marad a (9) alatti:

$$H \equiv ax_2^2 \cdot x_4^{4(n-2)-2} + h^{(3)}x_4^{4(n-2)-3} + \dots + h^{[4(n-2)]} = 0,$$

tehát a HESSE-féle felületnek ebben az esetben is az O *uniplanar kettőspontja*, Ω -val mint hozzátartozó *singuláris érintősíkkal*.

A $(H\Omega)$ metszésvonal egyenletét vonatkoztatva az $A_1A_3A_4$ koordináta háromszögre megkapjuk a 10) alatti egyenletből, ha abba a

$$\begin{aligned} \phi_{i4} &= \phi_{4i} = 0 \\ (i &= 1, 2, 3, 4) \end{aligned}$$

értékeket helyettesítjük. A keresett egyenlet:

* A polárfelület viselkedésére vonatkozó általános tételünk e speciális esetét már ECKARDT F. E. közölte: «Über diejenigen Flächen dritten Grades, auf denen sich drei gerade Linien in einem Punkte schneiden», című értekezésében. Math. Annalen X. kötet, 228. l.

$$h \equiv \begin{vmatrix} \phi_{11} & \phi_{21} + \psi_1 & \phi_{31} & 0 \\ \phi_{12} + \psi_1 & \phi_{22} + 2\psi_2 & \phi_{32} + \psi_3 & \psi_4 \\ \phi_{13} & \phi_{22} + \psi_3 & \phi_{33} & 0 \\ 0 & \psi_4 & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0$$

vagy kifejtve :

$$\psi_4^2 (\phi_{11}\phi_{33} - \phi_{13}^2) = 0.$$

A (HQ) síkmetszés két részre esik szét. Az egyiket, a

$$\phi_{11}\phi_{33} - \phi_{13}^2 = 0$$

egyenletnek megfelelőt, $2n-4$, az O ponton keresztülmenő egyenes képezi; a másik rész, mely a

$$\psi_4^2 = 0$$

egyenletnek felel meg, áll egy kétszer számítandó $(n-2)$ -edrendű görbéből, a melynek egész hosszában az \mathcal{Q} sík a H felületet érinti. Ez az $(n-2)$ -edrendű görbe általában nem megy az O ponton keresztül és nem más mint az O pontnak a ϕ felületre vett első polárfelületének metszésvonala az \mathcal{Q} síkkal. Az eredményeket a következő tételben foglalhatjuk össze :

Ha valamely n -edrendű F felület egy \mathcal{Q} , $(n-1)$ -edrendű érintősíkkal bír, akkor az \mathcal{Q} -hoz tartozó O érintési pont az F Hesse-féle felületének igen specziális uniplanar kettőspontja, \mathcal{Q} -val mint hozzátartozó singuláris érintősíkkal. Az \mathcal{Q} sík a Hesse-féle felületet egy $(n-2)$ -edrendű görbében érinti és azonkívül metszi még az $(O\mathcal{Q})$ sugárpornak $2n-4$ sugarában.

A DOBHÚR (CHORDA TYMPANI)

BONCZ- ÉS ÉLETTANI VISZONYAI KLINIKAI MEGFIGYELÉSEK ALAPJÁN.

KÉTLY KÁROLY, I. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

Egyes idegek eredésére, lefutására és természetére nézve még a ma rendelkezésünkre álló finom szövettani vizsgálatok sem adnak mindig kellő felvilágosítást, sőt az állatkísérletek is, könnyen érthető okból, gyakrak adósak maradnak a felelettel. Több esetben a klinikai észleletek segítségével sikerült a bonyolult ideglefutásra és működésre nézve tiszta képet nyernünk. Ily nehéz és még most sem teljesen megoldott kérdés, a dobhúr szerepe az élettanban. Ha átnézzük az utolsó évtizedek ez irányu irodalmát, nagynevű anatómusok és életbuvárok ellentétes nézeteivel találkozunk a nevezett ideg származását, lefutását és működését illetőleg. A szövettani módszerek és az állatkísérleti eredmények épenséggel nem elegendők a nehéz kérdés megoldására s csak a klinikai észlelések segítségével jutottunk el oda, hogy sok valószínűséggel tisztázhatjuk ezen ideg anatómiai és élettani viszonyait.

A dobhúr az arczideghez csatlakozik, vele az arczideg-csatornában (canalis Fallopieae) halad s tőle kevéssel a csatornából való kilépése előtt válik el, és a dobüregen és fissura petro-tympa-nica-n át a koponya alapra jut, imen előre és lefelé hajolva a nyelvideggel egyesül, s később két ágra oszlik; ezek elseje a nyelv-ideg rostjaival a nyelv elülső felén terül szét, a hátulsó ág pedig a nyelvidegtől elválik s az állkapocs alatti dűczba (gangl. submaxil-

lare) mélyed és az áll- és nyelvvalatti nyálmirigyeket látva el, ezek elválasztását befolyásolja.

Ezen lefutását már HENLE¹ ismertette s azóta általánosan elfogadták. Azonban a nyelvben további feladata még itt-ott kétséges, valamint nincs teljesen tisztázva az sem, minő utakon jut a dobhúr az agyvelőhöz.

A nyelv elülső két harmadának izló érzését a nyelvideg közvetíti, ezen szerepe kétségen kívül be van bizonyítva részint kísérleti úton, részint embereken végzett operatív beavatkozások által, a midőn a nyelvideg törzsének átmetszése után a hasonoldali nyelv elülső két harmadán az izlés megszűnt. De ugyanezen eredmény áll elő a dobhúr megszakítására is. Ez utóbbi ideg izlésvezető képességét első sorban CLAUDE BERNARD² mutatta ki, később a genialis DUCHENNE³ villamosság segítségével bizonyította ezen ideg izló képességét, a midőn a vízzel töltött külső hallójárat Faraday-zárlására az azonoldali nyelvfél elülső kétharmadán fémíz támad. Fül-orvosok pedig számos esetben tapasztalták, hogy a dobhúr sérelmezése ízérzés-zavart vagy az izlés megszűnését okozza. Úgy, hogy ma már élet- és kórbuvarok általában elismerik, hogy a nyelv elülső kétharmadán az izlést a dobhúr közvetíti, mely a nyelvidegben fut le.

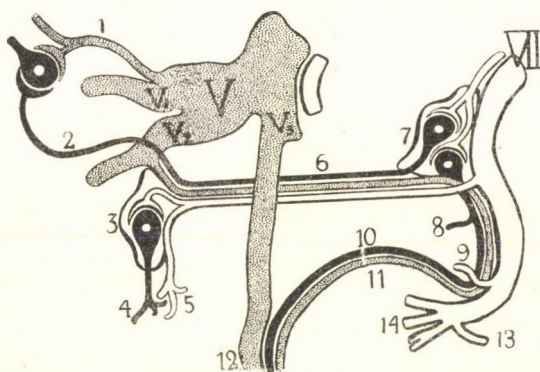
Ismert és általánosan elfogadott azon tény, hogy környéki arczidegbénulásoknál a nyelv elülső két harmadán az izlóérzés gyakran megszűnik, vagy sajátságos módosulást szenved (fémíz stb. támad). Ugyanezt látjuk erőművi vagy kísérleti behatások után, ha azok az arczideget a Fallopia-esatornában érik. Ezen tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a dobhúr, legalább egy bizonyos területen, az arczidegben fut le. Ha az arczideg a koponya alapján a térdűczon túl sérelmeztetik, ez soha sem okoz izló érzésvizet, s így el kell fogadnunk azt, hogy a dobhúr csupán a térd-űczig kíséri az arczideget, itt azonban tőle elválik. Ezek alapján tévesnek

¹ HENLE: Nervenlehre. 1873.

² CL. BERNARD: Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. II. 1888.

³ Diagnostic et curabilité de la surdité et de la surdi-mutité nerveuse. 1861.

mondható a LUSSANA¹ és CLAUDE BERNARD-féle felfogás, mely szerint a dobhúr egyenes folytatása az arczideg WRISBERG-részletének; de elesik BERNARD azon állítása is, hogy az arczideg a dobhúr után csupán mozgató befolyást gyakorol az ízlő érzés gerjesztésére. Ugyanis szerinte a dobhúr a nyelven a nyálkahártya alatti izomrostokat hozza mozgásba, s ezek ismét a nyelv elülső részén elterülő ízlőszemölcsöket mozgatják, miáltal ezeknek érintkezése az ízt gerjesztő anyagokkal megkönnyítettetik, továbbá a dobhúrral futó érző ágak a szemölcs körüli véregek ürterületére tágitó-



V—nervus trigeminus; VII—nervus facialis; 1—nervus lacrymalis; 2—nervus orbitalis; 3—ganglion sphenopalatinum; 4—nervi ad tonsillam; 5—nervi palatini; 6—nerv. petr. superf. maior; 7—ganglion geniculi; 8—nervus communicans c. plexu tympani; 9—nervus stapedium; 10—chorda tympani (nyáleválasztó rostok); 11—chorda tympani (ízlelő rostok); 12—nervus lingualis; 13—nervus auricularis magnus; 14—rami peripherici nervi facialis.

lag hatván, az ízlő érzés ez által is erősödik. BERNARD ugyanis a dobhúrt a WRISBERG-féle közbeneső idegrészlet egyenes folytatásának tartja, s ez utóbbit *önálló* idegnek tekinti, mely a nagy együtt-érző idegből veszi eredetét.

Miután most az elmondottak alapján tudjuk, hogy a dobhúr, mint a nyelv elülső két harmadának ízlést közvetítő idege, az arczideggel csak egy bizonyos területen fut le, a további kérdés az leszen, vajjon hol válik el tőle s melyek további utjai? BRÜCKE,²

¹ LUSSANA: Archives de physiologie. 1869.

² BRÜCKE: Vorles. üb. Physiologie.

HERMANN¹ nagy élettanaikban, KRAUSE² és CARL³ idevonatkozó közléseikben a dobhúr izló rostjait, a dobideg utján, a nyelvgaratidegből származtatják. Állításaik csupán elméleti okoskodásokon és következtetéseken alapulnak, kiindulva azon feltevésből, hogy az izlóérzés csupán egy ideg működésében nyerhet kifejezést, s ez a nyelvgaratideg, melyről ismeretes, hogy a nyelv hátulsó harmadán az izló szemölcsöket látja el rostokkal, mint azt VINTSCHGAU és KÖNIGSCHMIED s utánuk BENCZÜR DÉNES THANHOFFER intézetében házinyulon kísérletileg is kimutatta. A tapasztalatok és kísérletek általában azt bizonyítják, hogy a nyelvgaratideg átmetszése vagy sérülése után rendszerint csakis az azonoldali nyelvgyökön vesz el az izló érzés, míg a nyelv elülső két harmadán az érintetlen marad. Vannak ugyan egyes esetek felemlítve, melyeknél a n. glossopharyngeus sérülése mellett a hasonoldali elülső nyelvfélen is izlés-zavar állott be, de ezek kivételesek, s méltán az ideglefutások egyéni eltéréséből magyarázhatók. S így bátran kimondhatjuk, hogy ma az élet- és kórbuvároknak túlnyomó száma a dobhúrt nem a nyelvgaratidegből származtatja.

SCHIFF⁴ élettani és ERB⁵ kórtani alapon állítják, hogy a dobhúr az arczidegtől elszakadva a három osztású ideghez tér s ezzel jutnak ízérző rostjai az agyvelőhöz. Ezen álláspontot foglalom el én is, melynek már kifejezést adtam 1886-ban megjelent idevágó monographiámban.⁶

Arra nézve azonban, hogy a háromosztású ideg melyik ágához csatlakozik, eltérők a nézetek. A fent említett két buvár szerint a dobhúr az arczideget ennek térdduczában hagyja el, s innen a nerv. petrosus superficialis major-ral a ganglion spheno-palatimumba jut, vagyis a trigeminus 2. ágával egyesül. Mások ismét a 3. ággal való összeköttetést veszik fel, így ZIEHL⁷ szerint a n. pet-

¹ HERMANN: Handbuch der Physiologie.

² KRAUSE: A leíró emberboncztan kézikönyve. 1882. 1342. l.

³ CARL: Archiv für Ohrenheilkunde. 1875.

⁴ Recueil des memoires physiologiques. III. 1896.

⁵ ERB: Ziemssen Handb. d. spec. Path. u. Therap. XII.

⁶ KÉTTY KÁROLY: Kórodai tanulmányok az arczideg-bántalmáról. Budapest, 1886. Kilián Fr. bizománya.

⁷ ZIEHL: Virchow's Arch. 1889. CXVII.

rosus superf. minor kötné össze az arczideget a ganglion oticummal. A kérdés eldöntésére eddig kevés kórtani adattal birunk; annyi azonban ma már mégis kétségtelen, hogy a trigeminus törzsének vagy a GASSER-dúcnak bántalmainál, pl. daganat okozta összenyomatásánál, izló érzés-zavarok állnak elő, de arra nézve, vajjon innen melyik ágával futnak le az izlést vezető rostok, még kevesen hoznak fel bizonyító adatokat.

Egy ily felhasználható és bizonyító kóreset állott megfigyelésem alatt 1886-ban. O. Róza 22 éves hajadon, régóta tarkótájéki fejfájásokban szenvedett, melyekhez időnként szédülés és ritkábban hányóinger is társult. November hóban, a midőn a beteg észlelésem alá jutott, jobb oldali arczidege és szemtávoztató idege bénulva voltak; az értelmes beteg előadása szerint a bénulás fokozatosan 3 hó alatt fejlődött idáig. Az arczidegbénulás a környéki hűdés jellemző sajátságaival birt, az izmok u. n. elfajulási reactiójával. A lágyszájpad és nyelvcsap is részt vettek a bénulásban. *Izló érzés-zavar* azonban nem mutatkozott. A tünetekből agyalapi daganatra lehetett következtetni. 1887. január havában a beteg jobb oldali arczközép- és orrtájékan pudvás érzésről panaszkodott; a vizsgálatból kiderült, hogy a jobb oldali háromosztású ideg 2. ágának területén nagyobb foku érzéstelenség áll fen, a nyelv azonoldali elülső két harmadán pedig elveszett az *izlóézés* (savanyu, édes és keserű iránt), de ugyanott a nyelv *tapintó* és *hővezető* képessége érintetlen volt. Néhány hét múlva az arcz érzéstelensége tovább terjedt a n. trigeminus 3. ágára s rövid idő után ezen terület is érzéstelenné vált, s vele párhuzamosan a nyelv *tapintó* és *hőéző* képessége is csökkent, majd teljesen megszűnt.

Ezen észlelés több tekintetben becses adatként értékesíthető.

1. Felhasználható annak eldöntésére, vajjon a nyelv elülső két harmadának izló képességét a *dobhúr* vagy a *nyelviideg* közvetíti-e? Jelen esetben a háromosztású ideg 2. ágának érzéstelenségével kezdett a nyelv azonoldali elülső felén az izló érzés elveszni, s míg az érzéstelenség csupán a 2. ágra maradt szorítkozva, a nyelv tapintó és hőérzése bántalmazatlan volt, s így nyilvánvaló, hogy csakis a dobhúr közvetítése jöhet figyelembe, mely ezek szerint a trigeminus 2. ágából valószínűen a gangl. sphenopalatinumból ered.

2. Ezen eset továbbá a mellett bizonyít, hogy a dobhúr nem a WRISBERG-féle közbeneső részlet folytatása, mint azt LUSSANA és CL. BERNARD állítják, hanem a trigeminus ága, mely a Fallopia-csatornán át jut a nyelvhez. Ez által megdől a CL. BERNARD-féle azon felvétel is, mely szerint a nyelv elülső részén az ízlő érzés a dobhúr mozgató befolyása alatt állana, mert hisz a trigeminus 2. ága csupán érző rostokat tartalmaz.

3. Bizonyít ezen eset továbbá a mellett is, hogy a nyelvideg csupán a *tapintó* és *hőérzést* közvetíti, míg az ízlésre befolyással nincs. A nyelvideg ugyanis a trigeminus 3. ágából ered.

Ezek alapján tehát esetemben klinikai észlelet által látom SCHIFF és ERB nézetét bebizonyítva, hogy t. i. a nyelv elülső két harmadának ízlő képességét a trigeminus 2. ágából eredő s egy ideig az arczideggel lefutó *dobhúr* tartja fenn. Csak így lehet megérteni, hogy környéki arczideg bénulásnál csupán akkor támad ízlés-zavar, ha a bénulást okozó gócz a Fallopia-csatorna azon részletében fekszik, melyben az arczideget a dobhúr kíséri.

Hozzáfüzöm, hogy ezen felfogás csupán az esetek többségére szól, miután vannak megbízható észlelések, melyeknél a trigeminus 3. ágának bénulását követte a nyelv elülső részének ízlés-zavara; erre nézve azon gyakori ideglefolyási eltérésekre kell figyelmeztetnem, melyek a szervezetben észlelhetők.

A CENTROSOMÁRÓL.

LENHOSSÉK MIHÁLY 1. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

I. A centrosomáról általában.

Egy későbbi kor szövetbúvárai az irigység némi érzetével fognak visszatekinthetni a mi időnkre, a mikor még lehetséges volt az állati és növényi sejtből egy új fontos alkotórészt felfedezni. 1833-ben fedezte fel ROBERT BROWN a sejtmagot, 1846-ban állapította meg H. v. MOHL a protoplasma fogalmát, s ez idő óta évtizedünkig az állati sejt e két alkotórészehez újabb nem járult. A sejthártya, melyet a sejt első kutatói a növényi és állati sejt egyaránt állandó, jellegzetes alkotórészeként tartottak, 1861-ben M. SCHULTZE, BEALE és BRÜCKE széles körű vizsgálatai alapján legalább az állati sejtre nézve jelentéktelennek bizonyult. ALTMANN «granulum»-ai, MAGGI, L. és R. ZOJA «plastidule»-jei, melyeket e buvárok a protoplasma elemi alkotórészeinek s egyáltalában az élet végső substratumainak tartanak, nem hódíthattak tért maguknak, s így évtizedünkig az állati sejt alkotórészei gyanánt csak kettő szerepelt: a protoplasma meg a mag. A növényi sejtekre nézve e részekhez hozzácsatolhatjuk még a sejthártyát, mely itt nevezetes szerepet játszik, s újabban a botanikusok a sejt állandó alkotó elemei közé sorolják még az úgynevezett trophoplastot vagy chromatophort.* De e trophoplast biológiai fontosságára nézve össze sem hasonlítható az állati és növényi sejt amaz új alkotórészeivel, melylyel ma foglalkozni szándékozom: a *centrosomával*. FLEM-

* Lásd STRASBURGER, 1894. 47. o.

MING-nek igaza van, midőn azt állítja (1892, 63 old.), hogy a centrosomának még a sejtagnál is nagyobb biológiai fontossága van.

Hogy a centrosoma ennyi ideig elkerülhette a hangyaszorgalommal buvárkodó kutatás figyelmét, annak az oka az, hogy a mikroskoppal való láthatóságnak csaknem a határán áll s e mellett még az esetek túlnyomó számában egyáltalában csak bizonyos különleges, e célra kipróbált festési módszerekkel tüntethető elő. Igaz, hogy van sejt, a melyben erős nagyításokkal már minden kezelés nélkül, frissen is látható; így, hogy csak néhány példát említek, BÜTSCHLI (1892) és LAUTERBORN (1893) különféle diatomeákon, SCHAUDINN (1896) heliozoákon, ERLANGER (1897) apró nematodákon a centrosomát már az élő sejtben is fölismerhették; igaz hogy BALLOWITZ (1897) a kis új sejtorganumot a salpák némely hámsejtjében a már rögzített, de még festetlen készítményen is tisztán észlelhette; de ezek kivételes esetek, az esetek túlnyomó többségében a centrosomákat a friss, sőt még a közönséges szövettani módszerekkel kezelt készítményeken is hiába keressük, kivált a nyugvó sejtekben. Feltüntetésük csak bizonyos, többé-kevésbé bonyolult módszerekkel sikerül. Ismét oly esettel állunk szemben, mely meggyőzően bizonyítja, mily rendkívüli befolyása van a szövettan haladására a szövettani módszerek fejlődésének. A centrosomát voltaképen már 22 év előtt látta és le is írta VAN BENEDEN (1876); de a 90-es évek elejéig ugyancsak kevés volt az, mit a centrosomáról, morphológiai tulajdonságairól, jelentőségéről tudunk. Hogy azóta ismereteink e téren oly nevezetes haladásokat tettek, azt főkép annak köszönhetjük, hogy alkalmas festési eljárásokra tettünk szert, a melyekkel e kis fontos képződményt annyira-mennyire szemléllhetővé tehetjük. Ilyen FLEMMING hármas festése, ilyen a Biondi-festés, de ezeknél sokkalta fontosabb a HEIDENHAIN-féle vas-haematoxylin-eljárás (1894), mely a centrosomákat a cytoplasmának csaknem szintelen alapján sötét fekete szemcsék alakjában tünteti fel. Persze a szövettani módszerek ideáljának ez sem nevezhető, mert bizony gyakran cserben hagy, s FLEMMING-gel egyetértve ki kell jelentenem, hogy HEIDENHAIN a maga módszere megbízhatóságáról túlságos optimismussal nyilatkozik. A módszer rendkívül finnyás, mint a legtöbb subtractiv eljárás; sikerében bizonyos inponderabiliák játszanak közre. Ket-

tőre kell ügyelnünk a vashæmatoxylinnal való kutatásnál: 1. hogy egyéb, feketére festődő szemcséket centrosomáknak ne tartsunk; 2. hogy az ellenkező hibába ne essünk, azaz hogy minden egyéb érv híján csakis arra az egyre támaszkodva, hogy vashæmatoxylinnal a sejtben fekete szemcséket láthatókká tennünk nem sikerült, centrosomák jelenlétét kereken tagadjuk. Ily kategorikus állításra csak akkor lesz jogunk, ha lesz majd oly módszerünk, mely a centrosomát, ha jelen van, csakugyan biztosan festi.

Mint a természetbúvárlat legtöbb terén, a centrosomára vonatkozólag is azt látjuk, hogy a helyes ismeretek felőle nem egy csapásra állottak elő, hanem hogy a tudomány léptenkint, körúton került az új tények birtokába, összefűzve lassanként a sporadikus észleleteket egy egészszé, s kiselejtezve belőlük a helytelent, a valószínűtlent. 1876 az az év, a melyben először látta a centrosomát tudatosan emberi szem. Ez évben írta le először VAN BENEDEN a dicymidák barázdálódó sejtjein a magorsó két csúcsán, a két centrosomát «*corpuscules polaires*» név alatt. A 80-as években következtek azután, hosszas időközökben, FOL (1879), MARK (1881), VAN BENEDEN és NEYT (1887), BOVERI (1888) más sejteken nyert észleletei, melyek közül kivált VAN BENEDEN és BOVERI-nek az ascaris petesejtjeire és barázdálódó sejtjeire vonatkozó vizsgálatai keltettek méltó feltűnést. De egész a 90-es évekig a centrosomát csakis oszlasban lévő sejteken észlelték, minek, mint most tudjuk, az a magyarázata, hogy a centrosoma a mitosis alkalmával rendszerint kissé megduzzad s már ennek folytán, de meg feltűnő helyzete miatt is, az orsó két csúcsát foglalva el: a figyelmet kell hogy magára vonja. Ebből érthető, hogy az a felfogás kapott általánosan lábra, mintha a centrosoma csakis az oszlófélben levő sejt egy attribútuma, úgyszólván a sejtoszlas organuma volna. Igaz, hogy VAN BENEDEN és BOVERI már 1887-ben egyidejűleg felállították azt a tételt, hogy a centrosoma maradandó sejtorganum, hogy valamennyi sejtnek ép oly állandó alkotórésze, mint akár a mag, de valójában nem volt ez egyéb hypothesisnél, még peddig hozzátelhetjük, kissé merész hypothesisnél, mert csak azon az érvelésen alapúlt, hogy tekintve azt, hogy nincs mitosis, melyben a centrosoma hiányzanék, kell hogy meglegyen a sejtben a két mitosis közti időben, tehát a nyugvó sejtben is. Merésznek azért jellegez-

hető ez a következtetés, mert nem számol azzal a lehetőséggel, hogy a centrosoma minden mitosis alkalmával újból képződik akár a protoplasmából akár a magból. FLEMMING még 1891-ban is joggal mondhatta, hogy a «a centrosomát a mag mitosisán kívül szöveti sejtekben eddigelé még nem látta senki». De ugyanaz az 1891-iki év forduló pontot jelent e téren. Ez évben mutatta ki FLEMMING legelőször a centrosomákat teljesen nyugvó szöveti sejtekben, nevezetesen leukocytákban s a szalamandra tüdőhámsejtjeiben, kötőszöveti- és endothelsejtjeiben. Azóta a közlemények nagy sora jelent meg, a melyek révén tudjuk, hogy számos nyugvó szöveti sejtben a centrosoma mint a sejt testének típusos alkotórésze jelen van. A nagyszámú idevágó adatok közül néhányat kétségtelenül ki kell küszöbölnünk, mint kézzelfoghatólag tévest vagy legalább is olyat, melynek helyességéhez kétség fér, de a legtöbb megérdemli a bizalmat. Ismerjük a centrosomát mind a három csirlemez szárnazékaiban, ép és kóros szövetek sejtjeiben, ismerjük gerinczeseknél és gerinczteleknél, állatoknál és növényeknél. Hogy a centrosoma semmi esetre sem egy az oszlás alkalmával vagy azt megelőzőleg ad hoc képződő organum, mint a hogy még újabban CARNOY (1897, 1898) is hiszi, kitűnik abból, hogy felleljük egynémely olyan sejtben is, a melyről feltehetjük, hogy az egész életen át többé nem oszlik. Ilyenek pl. a csigolyaközi dúczok sejtjei, melyek saját észleleteim szerint a békában legalább részben centrosomával bírnak, ilyenek a porczsejtek, a melyekben a centrosomát FLEMMING (1891), VAN DER STRICHT (1892), MEVES (1895) és SCHAFFER (1895) észleletei révén ismerjük, ilyenek a chorioidea festékes sejtjei (VAN DER STRICHT 1895), stb.

De a legfontosabb észleletet HEIDENHAIN tette rövid idővel ezelőtt (1897). Kimutatta, hogy néhány napos tyúkembryo sejtjeit vizsgálva a vashæmatoxylin festés segélyével, valamennyiben megelleljük a centrosomát apró szemcsepár képeiben, mely a legtöbbször a szabad felszín közelében fekszik. Teljes joggal mondhatjuk tehát, hogy a centrosoma a szervezet valamennyi sejtjében eredetileg megvan, sőt biztosan jelen van a fejlődés bizonyos fokáig is. A kérdés már most az: a teljesen kifejlődött állat szöveteiben megmarad-e mindenütt, vagy eltűnik-e részben? Ez a centrosomák úgynevezett ubiquitásának kérdése, melyhez az utóbbi években

annyian szoltak hozzá pro és contra. A feleletet rendkívül megnehezíti az a már fentebb kiemelt körülmény, hogy híján vagyunk még olyan festési eljárásnak, melynek alapján minden olyan esetben, a mikor a sejtben centrosomát elötüntetnünk nem sikerült, biztosan állíthatnók, hogy nem a festés faskója, hanem valóban a centrosoma hiánya forog fenn. Így állván a dolog, azt mondhatnók, hogy ismereteink mai álláspontját tekintve, egyáltalában korai e kérdést még csak fel is vetni. Azonban úgy vélem, ily messzemenő lemondásra nincs okunk. A tudományban nemcsak a nyilvánvaló, minden vitán fölül álló tényeknek van létjoguk, hanem jogosultsága van a feltevés alakjában kifejezett egyéni véleménynek is, feltéve, hogy nem lép fel bizonyítékainak nyomatékát meghaladó határozottsággal. Saját tapasztalataim és elmékedéseim alapján azokhoz kell csatlakoznom, a kik azt állítják, hogy a centrosoma a legtöbb sejtben megvan, olyanokban is, a melyekben módszereinkkel eddigelé hiába kerestük, meg van kivált olyanokban, a melyek az eredeti differenciálatlan állapottól későbbi fejlődésük folyamán nem távolodnak el annyira. Emlékezzünk csak vissza arra, hogy még a 40-es években s később is hányan vonták kétségbe a sejtmag általános, törvényszerű jelenlétét a sejtben, s ma tudjuk, hogy úgyszólván nincs sejt, mely mag híján volna. De viszont azt hiszem, hogy VAN BENEDEN, BOVRI, HEIDENHAIN, ERLANGER és mások kissé elvetik a súlykot, midőn azt állítják, hogy a centrosoma valószínűleg kivétel nélkül egy sejtben sem hiányzik. Nem lehetséges-e, hogy a centrosoma a hozzá tartozó plasmastructurákkal együtt oly sejtekben, a melyekben utólagosan a működéssel kapcsolatos erős belső differenciálódások állanak be, ez elváltozások áldozatává esik? Részemről pl. rendkívül valószínűnek tartom, hogy a sima izomsejtekben s harántcsikolt izomrostokban a centrosomát hiába keresnők; hasonlóképen azt hiszem, hogy nyoma sincs sok idegsejtben, a melyekben a cytoplasma egy része az idegműködés céljaira fibrilláris reczvéé differenciálódott, holott tudjuk, hogy a fiatalabb s egyneműbb alkotású idegsejtekben a centrosoma jelen van. Meglesz a centrosoma kivétel nélkül valamennyi hengerhámsejtben, de felette kérdéses, vajjon megvan-e a felhám lapos hámsejtjeiben, a melyekről HERXHEIMER (1889) és KROMAYER (1892) bebizo-

nyitották, hogy testüket durva fonalak szövik át. A mondottakkal összhangzásban áll az a tény, hogy a centrosoma legszebb lehelhelyei azok a sejtek, a melyek az elemi sejttypust leghívebben megőrizték, mint a leucocyták, a spermatogonok és spermatocyták, a here és petefészkek szövetközi sejtjei stb., oly sejtek tehát, a melyeken legkevésbé jutott érvényre a sejtek ébrényi typusát elhomályosító két főtenyező: a sejteknek egymásra gyakorolt mechanikai befolyása s a működéssel járó belső elváltozás. De ki kell emelnem, hogy elvi szempontból a centrosomának s a vele kapcsolatos structurának e másodlagos elcsenevészése jelentéktelennek nevezhető s ama tételt nem ingathatja meg, hogy a centrosoma a sejt lényeges, typusos alkotórésze.

A mi a centrosoma alaki viszonyait illeti, ismeretes, hogy ez a kérdés az, mely az utóbbi években a leghevesebb vitákra szolgáltatott alkalmat. Mellőzve e viták ismertetését, röviden ki kell jelentenem, hogy vizsgálataim alapján a centrosomák morfológiai tulajdonságait illetőleg teljesen FLEMMING-hez és HEIDENHAIN-hoz csatlakozom. Centrosomák alatt a sejt testébe ágyazott typusos helyzetű és számú apró szemcséket értünk, a melyek sejt mitosisában a magorsó csúcsait foglalják el, s a melyeknek az a tulajdonságuk, hogy vashæmatoxylinnal rendkívül erősen festődnek. Nehéz megmondani, hogy mi az, a mit BOVERI (1895), HÆCKER, HENEGUY (1896) és mások e felfogástól eltérőleg centrosomának tartanak; nézetem szerint a legtöbb esetben nem egyéb, mint a valódi centrosoma, hozzászámítva még a környező «sphærat» vagy a sphæra egy részét. Ama fekete kis szemcsét vagy szemcséket a BOVERI-féle centrosoma közepén tartom én a voltaképen fontosnak, a sejt határozó centrális elemeinek, az igazi centrosomáknak, s e nézet helyességéhez nézetem szerint már azért sem férhet kétség, mert minden egyéb, a sphæra, a sugaras structura hiányozhatik a kis centrosoma körül, míg pl. sphæra centrosoma nélkül jóformán el sem képzelhető, feltéve, hogy a megfelelő festési eljárást alkalmaztuk, még pedig ügyesen és sikerrel. HEIDENHAIN-nal (1894) és KOSTANECKI-vel (1896) együtt a centrosomát specifikus anyagból állónak tartom, mely sem a cytoplasmával, sem a mag alkotórészeivel nem azonos. Ez a centrosoma különös festési reactioniból derül ki. A protoplasma festőszereknek csak egy kis töredékével állít-

ható elő, de sohasem kielégítő módon. BÜRGER (1892) és WATASÉ (1893, 1897) nézete, hogy a sejt mikrosomáinak összetömörüléséből, EISMOND-é (1894), hogy egyszerűen a sejt BÜTSCHLI-féle habszerkezetének sűrűsödéséből áll elő, alaptalan feltevés. De még sokkal kevesebb vonatkozása van a centrosomának a sejtmag chromatinjához, kivált a közönséges úgynevezett basichromatinhoz, hiszen basisos anilin-szerekkel egyáltalában nem festhető. E tény megdönti PRENANT (1894) ama hypothesisét, hogy a centrosoma a sejtmag chromatinjának egy felesleges, a magból kiküszöbölt részlete. Leginkább mutat még festésbeli analógiát a magcsával, s talán ebből érthető, hogy többen (HERTWIG (1882), BRAUER (1893), KARSTEN (1892), LAWDOWSKY (1894), CARNOY (1897) és mások) a centrosomát a mag productumának tartják, persze a nélkül, hogy erre nézve döntő bizonyítékot hozhatnának fel. Számos észlelet szól az ellen, hogy a centrosoma a magcsából keletkezik. A növényi sejtek mitosisánál FARMER (1893) és ZIMMERMANN (1896) észleletei szerint gyakran fordul elő, hogy a magcsa részletei a cytoplasmába kerülnek, a nélkül, hogy benne a centrosomára jellemző reactiókat hoznák létre. Még fontosabbak e tekintetben WHEELER (1895) és KOSTANECKI (1898) észleletei *Myzostoma glabrum* petesejtjein. A petesejt úgynevezett érési oszlasakor a feltűnő nagy nucleolus a maghártya feloszlása után a cytoplasmába vándorol s beágyazódva a barázdalódó csir egy gurdélyszerű részletébe, minden további jelenség nélkül lassanként feloszlik. Itt is azt látjuk tehát, hogy a sejt testébe helyeződött magcsa korántsem úgy viselkedik ott, mint ama sajátyszerű erőkkkel felruházott anyag, mely a centrosomákat alkotja. Azt nem lehet kizárni, hogy a centrosoma valamiképen egy időre belekerülhet a magba; sőt BRAUER ismert észleletei (1893) az *ascaris megalocephala univalens* spermatocytáin, valamint SCHAUDINN-éi (1896) élő heliozoákon tényleges alapot szolgáltatnak e lehetőség felvételére, de ez korántsem bizonyítja még azt, hogy a centrosoma a magból származik. Minden arra utal, hogy a centrosoma sem a protoplasmának, sem a magnak nem egyenes származéka, hanem hogy csakis egy előző centrosomából keletkezik oszlas, bimbózás útján s ily módon a test összes sejtjeinek centrosomái végelemzésben egyetlen egy centrosomára vezethetők vissza. Ez az anya-centrosoma azonban feltűnő módon nem a pete-

sejt centrosomája, nem is keveréke a petesejt s az ondószál centrosomáinak, mint azt FOI, hivatkozva hires, de újabban tévesnek bizonyult quadrille des centre-jára, állította (1891), hanem BOVERI (1888) nagy horderejű felfedezése szerint, melyet valamennyi újabb számbavehető észlelő megerősít (lásd KOSTANECKI legújabb munkáját (1898), ERLANGER értekezését (1897), a termékenyítő ondószál centrosomája, mely az ondószálban HERMANN, MEVES s a saját magam észleletei nyomán a JENSEN-féle véggom-bok alakjában a középdarabban fekszik. Így a hires HARVEY-féle omne vivum ex ovo mintájára alkotott omnis cellula e cellula- és omnis nucleus e nucleo-hoz még egy harmadik hasonló hangzású tétel járul: a HEIDENHAIN-féle omne centrosoma e centrosomate. Különös, hogy a test összes centrosomáit kizárólag az apai szervezet szolgáltatja; a sejt protoplasmája ellenben, tekintve a termékenyítő ondószál parányi protoplasmáját, csaknem egészen anyai örökség, végül a sejtmag chromatinja, az átöröklés volta-képeni közvetítője, közös származéka az apai és anyai szervezetnek.

A centrosomát felfedezője, VAN BENEDEN, a dicyemidák oszló sejtjein (1876) egyetlen egy apró szemcse alakjában irta le. Később az ascaris megalocephala barázdálódó petesejtjein (1887) kis szemcsehalmoz gyanánt jellemzi, «un amas de granulations». S habár azóta KOSTANECKI és SIEDLECKI (1696) teljesen megbízható vizsgálataiból ki is derült, hogy VAN BENEDEN e tekintetben tévedt, a mi tekintve a centrosomafestés technikájának tíz év előtti fejletlen voltát, nem csoda, s hogy a centrosoma az ascaris megalocephalanál is csak egyszerű göböcske s nem szemcsehalmoz: mindazonáltal kétségtelen, hogy a centrosomának ilyenmő alakja tényleg előfordul egyes sejtekben. Centrosomahalmoz találunk pl. a csontvelő óriás sejtjeiben (HEIDENHAIN 1894), a fulgur carica, egy prosobranchius barázdálódó sejtjein (Mc MURRICH 1896), a tőskébőrrőek petesejtjén a termékenyítésnél (REINKE 1885), a béka csigolyakőzti dőczainak sejtjeiben (LENHOSSÉK 1895). De sem a szemcsehalmoz, sem az eredeti VAN BENEDEN-féle alak, t. i. az egyszerű kis szemcse, a milyent egyes hámsejteken, a petefőszek stromasejtjein találunk, nem a közönséges alakja a centrumnak. A centrum typusa gyanánt azt az alakot tekinthetjük, kivált a nyugvó szöveti sejtekre nézve, melyet FLEMMING irt le legelőször

1891-ben a szalamandra sejtein: a két apró centrosomából állót. Ez az alak az, a melylyel minduntalan találkozunk, ha a különféle szöveti sejteket, a hámsejteket, heresejteket, leucocytaikat, kötőszöveti sejteket stb. centrosomaikra nézve vizsgáljuk. Két apró, egy μ -nál mindig jóval kisebb, nagyobbára gömbölyded granulum, szorosan egymás mellett, mely vaskészítményeken fekete színe által a cytoplasma vagy a sphaera rendszerinti halvány festődésű alapjából élénken lép elő. A két szemcse viszonya egymáshoz változó; ama sejtekben, a hol a cytoplasma mélyiben fekszenek, az őket összekötő vonal tetszés szerint állhat a sejtben, míg ott, a hol a centrosomák a sejt felszínére helyezkednek, mint a hengerhám sejtekben, e vonal rendszerint a sejt hosszába esik.

HEIDENHAIN (1894) nagy súlyt fektet arra, hogy mindamaz esetben, a hol két vagy több centrosoma van jelen, a testecskéket egy halvány festődésű, de a környező protoplasmánál mégis valamivel sűrűbb anyag egyesíti. A centrosomák e ragasztó anyagát már PRENANT említi. HEIDENHAIN azért helyez ez intercorpuseularis anyagra, melyet «elsődleges centrodemesmosis»-nak nevez, oly nyomatékot, mert nézete szerint ez anyag teszi első helyzékét a HERMANN-féle centrális orsónak, mely a mitosis jelenségei között oly kiváló helyet foglal el. DRÜNER (1894) e feltevés helyességét kétségbe vonja. Meg kell jegyezni, hogy e halvány közti anyag jelenlétéről nem győződhettem meg minden esetben.

Az irodalomban uralkodó zavar egy kútforrása a hiányos nomenclatura. A baj az, hogy e nomenclatura nagyon is korán keletkezett, oly időben, a mikor a fogalmak még nem voltak eléggé tisztázva, s mivel egy már egyszer elfogadott nevet nehéz kiküszöbölni az irodalomból, a régi elnevezések megmaradtak, de az egyes szerzők különböző módon alkalmazták az új adatokra. BOVERI (1895) a tőle származó centrosoma név alatt a granulumok összeségét érti, hozzászámítva azonban valószínűleg még a környező differenciált cytoplasma egy részét, míg FLEMING s különösen HEIDENHAIN külön-külön minden egyes granulumot jelöl a centrális test névvel. Egy előbbi értekezésemben (1895) ez eljárást gáncoltam, de azóta magam is beláttam, hogy a centrális test névnek ily modifikált értelemben való használata elkerülhetetlen, habár kétségtelen, hogy VAN BENEDEN, a centrosoma felfedezője, «corpuscule cen-

tral» alatt egyebet értett, t. i. a szemcsék összeségét. Vizsgálataim folyamán beláttam, hogy szinte kivihetetlen az, hogy — a legközhö-
ségesebb esetet véve számba — a tökéletesen különálló két szem-
csét közösen a centrosoma név alatt foglaljuk össze, mely csak egy
testet jelenthet. Ujabban HEIDENHAIN s kivált FEMMING, tekintettel
arra, hogy BOVERI a «centrosoma» nevet következetesen s ellen-
tétben a legtöbb szerző tapasztalataival, sajátyszerű értelemben
használja, tudatosan mellőzik e nevet, sőt FLEMMING legutóbb
(Ergebnisse 1897) egyenesen felszólítja a szövetbúvárokat e név
elkerülésére. Ez eljáráshoz nem csatlakozhatom. A centrosoma
szó nem egyéb, mint görög fordítása a régibb centrális test név-
nek s így nem látom át, miért ne használhatnók a kényelmesebb,
rövidebb görög kifejezést felváltva a centrális testtel, a magunk
módja szerint, figyelmen kívül hagyva azt, hogy mily értelmet
csatol BOVERI saját szóalkotásához. De ha a centrosoma név külön-
külön minden egyes granulum jelölésére szolgál, úgy hiányát
érezzük már most egy elnevezésnek a granulumok összeségére.
HEIDENHAIN (1894) e célra a *mikrocentrum* nevet alkalmazza. Ez
a név azonban nézetem szerint nem annyira jellemző, mintha
cytocyentrumot, dynamocyentrumot, vagy talán még leghelyesebben
egyszerűen centrumot mondunk, a mely utóbbi név újabban az
irodalomban kezdett is már forgalomba jönni. E nomenclatura
mellett bizvást megállapodhatunk s függőben már most csak az az
egy marad, vajjon hozzászámítsuk-e a centrum fogalmához ama
halvány anyagot, mely a centrosomákat hid módjára összeköti.

Mint említém, a centrosomának egyik jellemző tulajdonsága
az, hogy a sejtben bizonyos szabályszerű helyzetet foglal el.
E helyzet a különböző sejtekben kissé különböző lehet, de ugyan-
abban a sejthalakban a centrosomát mindig vagy legalább legtöbbször
ugyanazon a helyen találjuk. A centrosomák típusos helyzete
felismerhetőségüknek egyik legfontosabb tényezőjét teszi. Ha egy
bizonyos sejthalak minden egyes példányában mindig ugyanazon a
helyen, pl. a mag közelében egy vagy két kis, vashæmatoxylinnal
feketére festődő gömbölyded szemcsét látunk, a melyek kiné-
zésükben a centrosomák ismert tulajdonságait tüntetik fel, akkor elég
alapunk van amaz állításra, hogy e szemcsék centrosomák, hiányoz-
zék is bár a szemcsék körül a sphæra, vagy a cytoplasmának egyéb,

a centrosomára jellemző elrendeződése. ERLANGER túlmegy a határon, midőn azt állítja (1897), hogy egy «mezitelen», azaz sphæratól vagy sugáralaktól nem környezett centrosoma biztos diagnosisára okvetetlenül szükséges, hogy e centrosoma viselkedését a sejtosztás alkalmával megállapítottuk légyen.

1. A legtypusosabb helyzet az, midőn a centrosoma a sejtnak kellő közepében fekszik. E helyzetet azért nevezhetjük a legtypusosabbnak, mert épen ama sejtfaftákban találjuk, a melyek szabad helyzetük folytán menten maradnak ama másodlagos elváltozásoktól, a melyeket a szomszédos sejtek mechanikai úton egymásra gyakorolnak. Ily sejtek a leucocyták, ilyenek a halak bőre alatt a puha kötőszövetben szabadon fekvő festékes sejtek, ilyenek a petefészek stromasejtjei, a melyekkel alább fogunk foglalkozni.

2. A sejtek egy részében a centrosoma a sejt közepéhez közel, de nem szigorúan a sejt összes tömegének a közepén fekszik. Ily helyzetet találunk pl. a here szövethözti sejtjeiben, valamint a béka csigolyaközti dúczainak sejtjein. Mindkettőnél a cytocentrum a sejtnak nem épen a középpontját foglalja el, hanem valamivel közelebb fekszik a sejtnak a maggal ellentett polusához.

3. A centrosomák legkülönösebb helyzete az, midőn a magtól távol, a sejt szabad felszínén vagy ennek közelében fekszenek. Ilyen helyzete van a centrosoma-párnak a hengersejtekben ZIMMERMANN (1894) nevezetes felfedezése szerint; hasonló módon fekszenek a centrosomák, egy ideig legalább, a spermatidákban, a mint azt nemrég MEVES a szalamandra (1897), magam (1897) a patkány spermatidáin kimutathattuk. A «centrum» e helyzetére új példákat fognak szolgáltatni alább közlendő új észleleteim a hengerhámsejtek centrosomáiról.

A centrosomák gyakori központi helyzetéből értjük már most, hogy miért fekszik a mag annyi sejtben központkívvülien. A mag ez excentrikus fekvésére csak most lettünk figyelmesekké, a mióta a centrosoma vizsgálata alkalmával a sejt belső architektúrájával bővebben kezdtünk foglalkozni. Hasonlóképen csak néhány év óta ismeretes az a meglehetősen feltűnő s gyakori jelenség, hogy a mag a centrosomák felé tekintő oldalán sekélyebb vagy mélyebb bemélyedést mutat. Az e gödröcskét kitöltő protoplasmában találjuk a centrosomákat. A gödröcske kétségtelenül

következménye annak a nyomásnak, a melyet a centrosoma sphaerájával együtt a magra kifejt.

Térjünk át végezetül a centrosomák physiologiai jelentőségére, működésük tárgyalására. A centrosomák szerepéről a sejtben két nézet áll egymással szemben.

I. HEIDENHAIN M. elmélete. Az egyik nézetet HEIDENHAIN M. állította fel 1894-ben, eszméit a rendkívüli gonddal kidolgozott értekezések egész sorában fejtve ki; eddigelé minden fentartás nélkül csak ketten csatlakoztak hozzá: REINKE (1895) és KOSTANECKI (1897). HEIDENHAIN elméletének első csirait VAN BENEDEN-nél (1887) találjuk: ama felfogás alakjában, hogy a mag mitosisában a sejtben megjelenő fonalak összehúzókönyak, akárcsak az izomrostok fibrillumai s hogy e fonalak contractióin alapúl a mitosis egész folyamata. E fonalakra s összehúzódásaikra fekteti HEIDENHAIN is a fösúlyt, de fejtegetéseit nem az oszló sejten kezdi meg, mint VAN BENEDEN, hanem a nyugvó sejtéből indul ki. Vizsgálatainak főtárgyát a házinyúl fehér vérsejtjei képezték és itt gyakran oly benyomást kapott, mintha a cytoplasma a nyugvó sejtben sugaras elrendeződésű fibrillumokból állana. Ebből kiindulólág állította fel HEIDENHAIN nézetét a nyugvó sejt belső alkotására nézve, melyre vonatkozólag meg kell még jegyezmem, hogy úgyszólván csak bővebb kifejtése egy RABL-tól már 1889-ben megpendített eszmének. HEIDENHAIN szerint a sejt teste fibrillumokból és interfibrilláris főlig folyékony anyagból áll. E fibrillumok, a melyeket HEIDENHAIN — voltaképen kellő alap nélkül — azonosaknak jelent ki FLEMMING cytomitomjával, a nyugvó sejtben is kevés kivétellel sugarasan vannak elrendezve. A sugaralak közepét, a fonalak tapadási pontját a centrosoma képezi; e pontból kiindulva a fonalak sűrűn, de egyforma közökben kifelé tartanak s a sejt valamivel szilárdabb széli rétegéhez tapadnak. A mag e fonalak között szabadon fekszik; a fonalak részéről reá ható nyomás magyarázza meg azt, hogy miért fekszik oly gyakran a sejt széle közelében. A fonalak, a melyeket HEIDENHAIN «szerves sugarak»-nak (organische Radien) nevez, rugalmas anyagból állanak s e mellett még active összehúzókönyak. A centrosomát HEIDENHAIN csak mechanikai rendeltetésű, a csillagalakban összefutó fonalak tapadására szolgáló, passzív testnek tartja. A sejtben uralkodó nagy

nyomás folytán a fonalak állandóan erősen ki vannak feszítve. Valamennyi fonal egyforma rugalmasságú s a feszítés egyenlő fokánál egyforma hosszú. HEIDENHAIN hosszúság és beható fejtegetésekkel igyekszik e sugaras fonalakból, elrendeződésük és feszülésük viszonyaiból úgy a nyugvó sejt statikáját, mint a sejtoszlás tüneténeinek mechanizmusát levezetni.

HEIDENHAIN hypothesisa nagy feltűnést keltett, s méltán, mert az első számbavehető kísérlet, a sejtek belső alkotásának törvényszerű viszonyait, valamint a mitosis bámulatos jelenségeit szabatos módon, a physika törvényeiből okszerűen megmagyarázni. HEIDENHAIN törekvését örömmel üdvözölhetjük, mint úgyszólván első tünetét annak, hogy a szövettan, felemelkedve a tisztán leíró tudományból a causalis kutatás színvonalára, fejlődésének egy magasabb fokába készül immár átlépni. Azonban mint a legtöbb kísérlet, az élet változatos jelenségeit a legegyszerűbb physikai vagy chemiai folyamatokra visszavezetni, úgy ez is kissé ingatag alapon áll s így könnyen érthető, hogy csakhamar az ellenvetések egy serege támadt fel ellene.

A legnyomatékosabb ellenvetés az, hogy ama sugaras szerkezetnek a sejtek roppant többségében nyomát se látjuk, sőt felette kérdéses, vajjon a leukocytákön, HEIDENHAIN fő vizsgálati objektumán, megvan-e valóban mindenütt. Be kell vallanom, hogy sokat vizsgálva a sejteket, úgy friss állapotban mint a legkülönbébb kezelési módszerekkel, kételyeim támadtak az iránt, vajjon e «szerves sugarak» tényleg megvannak-e itt a HEIDENHAIN-tól leírt alakban. Bármily elmés is a hypothesis, az az egy nagy hibája van, hogy a tények biztos talajáról nagyon eltávolodik s főképp felvételeken, segédhypothesiseken alapúl. Az a mentség, hogy a sugaras szerkezetet — lehet, hogy csak fejletlen technikánk következtében — nem láthatjuk a legtöbb sejtben, komolyan nem vehető; a hol ma nem látunk sugaras fonalakat a sejtben, ott aligha fogunk látni valaha ilyeneket. HEIDENHAIN egyébként újabban (1897) maga is elismeri, hogy biztos, «hogy a sugaras fonalak ama rendszere csak kevés sejtben van meg a sejt nyugalmi állapotában». Azonban felveszi, hogy minden mitosisos oszláskor ily rendszer újból előáll. HEIDENHAIN alig gondolta meg, hogy ez engedmény által elméletéről felerészben — a mennyiben a nyugvó sejt statikájára vonat-

kozik — úgyszólván lemond; elismerése ez voltaképen annak, hogy a centrosoma, melynek egyedüli feladatát HEIDENHAIN a fonalak rögzítésében látja, a nyugvó sejtben, mely ama szerves sugarakkal nem bír, parlagon hever s mint valódi oszlási organum, csak a mitosis alkalmával jut érvényre. Miben különbözik, emígy összevonva, HEIDENHAIN tana VAN BENEDEN régibb elméletétől? HEIDENHAIN amaz állítása, hogy elmélete bizonyos fokig független a sejt szerkezetének morphologiai viszonyaitól, a mennyiben bármily protoplasma-szerkezet mellett is fel lehet a sejt teste ruházva oly erőkkal, a melyek a sejt közepén fekvő centrosomára ugyanolyan mechanikai hatást fejtenek ki, mint a sugáralakban a centrosomára tapadó rugalmas fonalak egy rendszere: HEIDENHAIN ez állítását FICK-kel (1897) egyetértve alaptalannak kell kijelentem.

DRÜNER (1894) és FICK (1897) az oszlásban levő sejtek mechanikai viszonyait tanulmányozva, számos elméleti érvet hoztak fel HEIDENHAIN tana ellen. A nyugvó sejtekre vonatkozólag a már említett tényhez, hogy a HEIDENHAIN-féle «szerves sugarak»-at a legtöbb sejtben hiába keressük, még a következő ellenvetéseket csatolhatjuk:

1. Számos sejtben, kivált növényi sejtekben, a protoplasma állandó áramlásban van. HEIDENHAIN maga egy újabb dolgozatában ez áramlást behatóan tanulmányozta növényi sejteken. Ez áramlás ténye ellenkezik a «szerves sugarak» felvételével.

2. Szinte el sem képzelhető, mikép szolgálhatna a két egymástól izoláltan fekvő apró szemcse arra, hogy benne a sejt erősen kifeszített rugalmas fonalai szilárd támpontot találjanak. Alig képzelhető el sejtorganum, mely kevésbbé bírna egy tapadási organum morphologiai kellékeivel, mint e szemcsepár. A centrosomák a nyugvó sejtben mindig élesen elhatárolt gömböcskék; ha rajtuk fonalak tapadnának, ennek bizonyosan nyoma volna a testcskék körvonalán. S ha ez ellenvetés megezáfolására felhozzák, hogy a fonalak nem magán a centrosomán, hanem a centrosomákat összefűző halvány anyagon tapadnak, úgy nem látható be, hogy mi céljuk van akkor voltaképen a centrosomáknak s tulajdonképeni jelentőségükre nézve ismét új segédhypothesist kellene felállítani.

3. A centrosomák felszínes helyzete a hengerhámsejtekben s a spermatidákban ellentétben áll a HEIDENHAIN-féle feszülési elmélettel, kivált ha még hozzávesszük, hogy e felszínes helyzetet megtaláljuk a fiatal tyúkembryo sejtjein, tehát oly sejteken is, hol a működésből kifolyó belső differenciálódásokról még szó sem lehet, hol a sejt úgyszólván eredeti állapotában van meg. HEIDENHAIN-nak tényleg nem sikerült a centrosomák e helyzetét elméletével összhangzásba hozni. Magyarozatára ismét új hypothesishez folyamodik, felvéve, hogy a centrosomák e felszínes helyzete másodlagos befolyásoktól okozott modificatiója tipusos helyzetüknek, s valószínűleg amaz ismert ténynyel függ össze, hogy a hengerhámsejtek mitosisuk alkalmával legömbölyödve a hám szabad felszíne felé vándorolnak; a centrosomák e folyamatnál punctum fixum gyanánt szolgálnának. E feltevés két okból nem üti meg a mértéket: 1. a sejtek felfelé való vándorlását kielégítő módon megmagyarázhatjuk egyéb, a sejtek hámszerű elrendeződéséből kifolyó mechanikai tényezőkből is; 2. azt találjuk, hogy a centrosomák a folyamatnál, melynél HEIDENHAIN felfogása értelmében nyilván szilárdan kellene a felszínen állaniok, már igen korán, mielőtt a sejt egészen legömbölyödött s a felszín felé huzódott volna, kissé megduzzadva tipusos módon a sejt mélyébe bocsátkoznak.

HEIDENHAIN elmélete valójában csak egyetlen egy kétségtelen tényre támaszkodhatik, s e tény az, hogy a cytocentrum, azaz a centrosomák összesége némely sejtben szigorúan a sejt középpontját foglalja el. Ha pl. a petefészek elzsirosodott stromasejtjeit vizsgáljuk, a melyek e centrális helyzetet legszebben tüntetik elő, visszautasíthatatlanul élénk táruul az a kérdés: mely erő, mely mechanikai elrendeződés az, a mely a centrosomákat oly törvényszerű következetességgel a sejt közepére rögzíti. Kétségtelen, hogy a legkényelmesebb magyarázat itt az, hogy a centrosoma e helyzetét sugaras irányú rugalmas fonalak biztosítják, melyek egyforma huzást gyakorolnak reá minden oldalról. De mivel a sejtek szerkezetének viszonyai e feltevésre kellő alapot nem nyújtanak, sőt vele ellentétben állanak, figyelmünket a magyarázat más lehetőségeire kell fordítanunk. Ily lehetőség pl. az, hogy a cytocentrum középponti helyzetét a centrosomák s a cytoplasma kölcsö-

nös viszonyát uraló, vonzó vagy taszító erők következtében foglalja el. Nem gondolhatunk-e arra is, hogy a sejt a centrosomáknak csakis ilyen helyzete mellett nyerheti el a benső egyensúlynak amaz állapotát, mely zavartalan létének, működésének egyik kelléke?

II. A *centrosomák dinamikai elmélete*. A második elmélet nézetem szerint a tényeknek inkább megfelel, s így kielégítőbb, habár nem is foglal magába tökéletes magyarázatot. Ez elmélet abból az észleletből indul ki, hogy a mitosis tünetényei közben a centrosomák mintegy sarkpontját képezik az összes mechanikai és morphologiai jelenségeknek, s ama tételben concludál, hogy a centrosomák a mitosisban a «dinamikai centrum» jelentőségével bírnak, azaz hogy belőlük indulnak ki ama még ismeretlen erők, a melyek a sejtek oszlását vezetik és kormányozzák. E nézet, melynek alapjait BOVERI (1888) vetette meg, nem oly mystikus árnyalatú, mint a milyennek HEIDENHAIN állítja, sőt részemről valamilyen pozitívebbnek tartom, mint a HEIDENHAIN elméletét, mert csak egy ismeretlennel dolgozik, míg az utóbbi számos ismeretlen felvételét igényli. PRENANT (1894) volt az első, ki BOVERI elméletét, melyet az csakis az oszlásban levő sejtre vonatkoztatott, kiterjesztette a sejt nyugvó állapotára is, kijelentve, hogy «le centrosome domine dans toute la cellule». Persze, hogy a centrosomák uralkodó helyzete a nyugvó sejthben a sejt életjelenségeinek mily viszonyaiban jutna érvényre, annak a kifejtésével PRENANT adós maradt. Itt azt hiszem, amaz észleletek, a melyeket MEVES-sel csaknem egy időben az ondószál fejlődésére nézve közöltem s ama felfogás, melyet a dolgozat utolsó fejezetében a csillószőrös sejtekre vonatkozólag fogok kifejteni, kipótolják a theoria e hiányát s a centrosomák dinamikai elméletének úgyszólván új alakot kölcsönöznek. Ez elmélet értelmében a centrosoma a sejt valamennyi mozgási tünetényeinek fő organuma, a sejt ama szerve, melyben bizonyos ismeretlen molekuláris szerkezet alapján felhalmozódik amaz energia, mely a sejt protoplasmájára s kivált annak fonalszerű nyújtványaira hatva, bennük a mozgás jelenségeit hozzák létre. Felfogásom bővebb megokolását e dolgozat utolsó fejezete fogja szolgáltatni.

II. A centrosomákról a here szövethközti sejtjeiben.

Tavaly megjelent, a here szövethközti sejtjeit tárgyaló értekezésemben (1897) többek között néhány észleletet közöltem, a melyek arról tesznek tanuságot, hogy e sejtek az emberben és a macskában ama sejtek közé tartoznak, a melyekben a centrosoma a teljesen nyugvó, kifejlődött sejtben is mindvégig megmarad. Az embernél ugyan nem sikerült a centrális testecsek direct kimutatnom, azonban a cytoplasmának olyféle elrendeződését állapíthattam meg, a mely — más, centrosomával bíró, hasonló elrendeződést feltüntető sejteket véve számba — csakis a centrosomák jelenlétéből magyarázható meg. Kimutathattam, hogy a kissé oldalvást fekvő maghoz valamennyi sejtben oly centrális fekvésű erősen szemcsés, sűrűbb szerkezetű protoplasmahalmaz, oly «plasmosphæra» fekszik hozzá, mint a milyent más centrosomás sejtekben látunk. Nagyobb sikert értem el a macskánál: itt számos esetben sikerült az analog cytoplasma-sűrűsödés közepében két apró centrosomát előtűntetnem vashæmatoxylin-festéssel. Persze itt is hozzá kellett tennem, hogy a macskahere közti sejtjei a centrosomák vizsgálatának nem épen alkalmas objectumai, főképp ama sok, hol rög, hol cseppalakú secretumféle képződmény miatt, a melyekkel a sejt néha egészen tele van, s a melyek, vashæmatoxylinnal szintén sötétre festődván, a centrosomák biztos diagnosisa elé gyakran akadályt gördítenek. Azóta ketten nyilatkoztak e tárgyról, PLATO (1897) és BARDELEBEN (1897), mindketten negatív értelemben. PLATO a macskán a centrosomát hiába kereste, BARDELEBEN az emberen szintén látta a tölem leírt protoplasmahalmazt, de a centrosomákat benne ép oly kevésbé mutathatta ki, mint magam.

Dolgozatom közlése óta egy más, felette alkalmas objectumra akadtam a centrosomák kimutatására e sejtekben. Ez objectum a *házinyúl heréje*. A legmeggyőzőbb készítményeket egy néhány hetes házinyúl heréje szolgáltatta, melyben az ondószálak képződése ugyan még nem kezdődött volt meg, azonban a herecsatornában található számos mitosis immár arra utalt, hogy a spermatogenesis már-már megindult. Nehogy azonban valaki azt higgye,

hogy a centrosomák csakis a fiatal állat sejtjeiben találhatók, sietek hozzátenni, hogy a felnőtt állatok sejtjeiben szintén igen szépen észlelhetők. A mi ez állat közti sejtjeit a szóban forgó czélra különösen alkalmassá teszi, az az a körülmény, hogy e sejtekben se jegeczféle testeket, mint az embernél, sem pedig olyan vashæmatoxylinnal feketére színeződő «siderophil» képződményeket, mint a macskánál, nem találunk. HOFMEISTER (1872) óta tudjuk, hogy e sejtek néha zsirral vannak megrakodva. E zsir azonban úgy látszik, csak a felnőtt állatban s ott is csak talán épen a párzás idejében jelenik meg e sejtekben. Készítményeimen e zsirnak nyomát sem látom. De ha jelen is volna, a zsir a centrosomák vizsgálatát nem nehezítené meg, mivel tudjuk, hogy a zsir vashæmatoxylinnal szintelen marad. Az egyedüli feltűnő jelenség e sejtekben az, hogy a cytoplasma rendkívül szemcsés, néha durva granulumokkal megtelt; e granulumok rendszerint nincsenek egyöntetűen szétosztva a sejtben, hanem helylyel-közzel erősebb halmazokká csoportosulnak. E rögök azonban nem secretumai a sejtnek, hanem egyenesen alkotó részei a protoplasmának, s csakis protoplasma-festésekkel tüntethetők elő. Készítményeimet kivétel nélkül erythrosinnel kezelve a vashæmatoxylin-festés után, a sejt teste protoplasmarögeivel együtt halvány rózsaszínben tűnik elő, s e halvány alapról a két centrosoma rendkívüli élesen emelkedik ki. Fibrilláris vagy sugaras szerkezetet sehol sem találtam e sejtekben.

A házinyúl heréjében a közti sejtek közepes fejlődést mutatnak. E tekintetben tapasztalataim alapján meg kell czáfolnom MESSING (1877) állítását, a mely szerint igen kevés a közti sejt a házinyúlnál. Észleleteim szerint e sejtek erősebben vannak itt kifejlődve, mint a patkánynál, egérnél, de gyengébben, mint az embernél és kivált a macskánál. Feltűnő, hogy a fiatal házi nyúl heréjében nagyobb mennyiségben, erősebb halmazokban jelennek meg a közti sejtek, mint a felnőttében. A sejtek majd egyenként vannak beágyazva a herecsatornák közti hézagokat kitöltő kötőszöveti vázba, majd pedig kisebb halmazokká csoportosulnak.

Feltűnő itt is a sejteknek absolute hámsejtszerű típusa. A fiatal házinyúlnál némi hasonlatosságuk van a herecsatornák belsejét kitöltő, egyelőre még indifferens sejtekkel. A házi-

nyúl heréjéből nyert præparatumaim újabb támaszául szolgálhatnak előbbi értekezésemben kifejtett nézetemnek, hogy e sejtek nem kötőszöveti természetűek, mint azt a legtöbbben felveszik, hanem valóságos epithelialis sejtek, épen olyanok, mint a milyenek a herecsatornák belsejében fekszenek. E nézetem PLATO-ban erős antagonistára talált, azonban ellensúlyozza ezt az, hogy BARDELEBEN hozzácsatlakozott. Persze ama különös nézettel, a melyet BARDELEBEN e sejtekre nézve kifejtett, t. i. hogy e sejtek a herecsatornába bevándorolva, Sertoli-féle sejtekké lesznek, a solidaritást nem vállalhatom el.

Meggyőző bizonyítékát látom nézetemnek abban is, hogy a közti sejtek a herecsatornák között fekvő kötőszövet sejtjeitől merőben különböznek; átmeneti alakokat a két sejthalak közt hiába keresünk.

De térjünk már most át arra, a mi e közleménynek tulajdonképeni tárgya, t. i. a centrosomákra. A házinyúlnál a centrosomákat vashæmatoxylinnel igen könnyű láthatókká tenni. Van præparatumom, a melyben a legtöbb közti sejten, feltéve, hogy a mikrotom kése a sejtet a megfelelő irányban szelte át, látható a centrosoma-pár. Két centrosoma van mindig jelen: két apró, intensív feketére festett szemcse a központkivülien fekvő, gömbölyded vagy gyengén elliptikus mag közelében. A két testecske olyan közel fekszik egymáshoz, hogy jóformán érintkeznek. Rendszerint, de nem mindig, egyforma nagyságúak s többé-kevésbé gömbölyded alakúak. A két testecskét összekötő vonal tetszés szerint áll a sejten, mégis legtöbbször úgy találtam, hogy a sejthártyával parallel fekszik. Más sejtek centrosomáival összehasonlítva, a centrosomák a házinyúlnál kicsinyeknek mondhatók. Ama kérdésre, vajjon van-e közöttük összetartó ragasztó anyag, úgynevezett «elsődleges centrodemosis», mint pl. a leukocytákban és más sejtekben, első pillanatra nehéz megadni a feleletet, mivel a két testecske rendkívül közel fekszik egymáshoz és egyáltalában apró képződményekkel állunk szemben. Vizsgálataim alapján mégis ama következtetésre kell jutnom, hogy ily összekötő anyag jelen van. Erre nézve a bizonyítékot indirect úton nyertem. Több esetben, midőn a Zeiss-féle rajzoló készülékkel két, látszólag érintkezésben álló centrosomát lehetőleg pontosan utána rajzoltam, fel-

tűnt, hogy rajzomon a két centrosoma nem érintkezik egymással. Rajzom azonban rögtön hű képmásává lett az eredetinek, a mint a két centrosomát halvány hid által kötöttem össze. Hogy a vizsgálódás ily különös eljárásra kell hogy támaszkodjék, az tanujele annak, mily nehézségekkel jár ez aprólékos viszonyok kutatása.

De a házinyúl közti sejtjeinek van egy tulajdonságuk, a mely e sejteknek a cytologiai kutatás e terén különös érdeket kölcsönöz. E tulajdonság az, hogy a centrosomákat itt sohasem találjuk direct a cytoplasmába, boríték nélkül beágyazva, hanem azt látjuk, hogy a testecskéket mindig igen szép, meglehetősen élesen határolt sphæra környezi, s így e sejtek alkalmas objectumokká válnak ama még mindig vitás kérdés megvitatására, vajjon mi jelentősége van a sphæranak? E sphæra előtüntetésére az egyszerű vashæmatoxylin festés nem elégséges, szükséges, hogy a készítményt utólag még eosinnal vagy erythrosinnel kezeljük. A sphæra ily készítményeken kis tányéralakú egynemű test alakjában mutatkozik, mely a környező cytoplasmától vonalszerű határral válik el; e határvonalról azonban a figyelmes megtekintés azt tanúsítja, hogy sem valamely hártyszerű képződmény, sem pedig szemcsék sora nem képezi, hanem egyszerűen csak az által keletkezik, hogy ama különös physikai tulajdonságú anyag, mely a sphærát teszi, e vonal mentén éles széllel megszűnik. A képződmény természetesen, a sejtet mint egészet véve számba, gömbalakú testnek felel meg. A különböző sejtekben a sphæra meglehetősen egyforma nagyságú, átmérője csak csekély határok között ingadozik. Belső alkotását illetőleg a sphæra homogennek nevezhető, sem fibrillumokat, sem pedig — eltekintve persze a centrosomáktól — szemcséket nem találtam benne. Hogy a sphæra állománya a környező cytoplasmával szemben specifikus jellegű, az abból derül ki, hogy a tölem alkalmazott festési módnál különös színárnyalattal festődik; míg a cytoplasma halvány rózsaszínt vesz fel, a sphæra valamivel sötétebb s inkább ibolyaszínű árnyalattal, a kékes hæmatoxylin és az erythrosin színvegyülékével színeződik. A sphæra hasonlít némiképen ama képződményhez, a melyet a spermatocytáknál «sphæra», újabban MEVES (1898) ajánlatára «idiosoma» névvel szokás jelölni, csak-hogy valamivel kisebb és a szomszédságtól még sincs annyira élesen elhatárolva, mint ez. Még inkább emlékeztet a tányér-

alakú sphaerára, a melyet a béka csigolyaközi dúcza sejtjein irtam le néhány év előtt (1895). A centrosomák a sphaerában legtöbbször centrálisan fekszenek, néha szembeötlik azonban egy-egy oly sejt, melynek sphaerájában a testecskék a szél közelében fekszenek. Kérdés azonban, vajjon e helyzet nem mesterségesen keletkezett-e a mikrotomálás útján?

A cytoplasma ama részlete, mely a sphaerát környezi, gyakran feltűnően szemcsés, néha a sphaerát valóságos mikrosomákból álló udvar veszi körül. Azonban e szemcsés terület határai kivétel nélkül elmosódottak, s olyféle plasmosphaerát, mint a milyent a béka csigolyaközi dúcza sejtjein észleltem, itt sohasem látni. Ha a sphaera környezete erősen szemcsés, úgy a sphaera szomszédságánál világosabb, ha azonban a szemcsék körülötte hiányzanak, a mi szintén gyakran előfordul, úgy inkább sötétebbnek látszik.

A sphaera centrosomaival együtt a sejtben typusos helyet foglal el. Mindig a mag közelében találjuk a sejt tengelye, azaz ama vonal mentén, a mely a mag közepén áthaladva, a sejtet hosszában két egyenlő részre szeli. Már fentebb kiemeltem, hogy a két centrosomát összekötő vonal korántsem kell, hogy a tengelyvel párhuzamosan álljon. De a sphaera e vonalnak nem a közepén fekszik, tehát a sejtben nem centrális fekvésű, hanem kissé közelebb helyezkedik a hosszúkás sejt ama végéhez, a mely a maggal szemközt fekszik. Az esetek legnagyobb számában a dolog úgy áll, mint a csigolyaközi dúcok sejtjeiben: ha a sejtet a centrosomák színvonalán tengelyére merőlegesen felezzük, a magtartalmú rész a másiknál jóval terjedelmesebb. Igen gyakran, ha nem is állandóan, a mennyileges viszony a két rész között olyan, hogy a magot tartalmazó rész többlete épen a mag terjedelmének felel meg; ha leszámítjuk tehát a magot, a centrosomák mindkét oldalán körülbelül egyenlő cytoplasma-mennyiséget találunk.

A közölt tények több tekintetben érdemelnek figyelmet. Elsőben is új példáját látjuk itt annak, hogy a centrosoma teljesen nyugvó sejtben is fennmaradhat, még pedig olyanban, a melyről alig tételezhető fel, hogy valaha még oszlik. A szövetközi sejteknek nincs részük amaz élénk oszlási jelenségekben, a melyek a here-re oly jellemzők. Feladatuk a tölem, PLATO-tól (1897) és BARDE-

LEBEN-től (1897) kifejtett felfogás értelmében csakis abban áll, hogy a herecsövek belsejét kitöltő sejtek táplálkozását elősegítsék. E működésük azonban nem jár sejtszaporodással, hanem a meglevő sejtek anyagcseréje útján érvényesül. REINKE (1896) ugyan azt állítja, hogy e sejteken többször észlelt mitosist. Előbbi értekezésemben kijelentettem, hogy mitosist e sejtekben sohasem volt alkalmam látni; hasonlóképen nyilatkozott legutóbb BARDELEBEN is. Legközelebb azonban több száz készítményt vizsgálva újból át, egyetlen egy esetben — a macska heréjén — tényleg magam is láttam mitosisos oszlást olyan sejten, mely kétségtelenül szövetközi sejt volt. A mitosisokat tehát egészen nem tagadhatom, de annyit állíthatok, hogy ritkaság számba mennek. Észleleteim tehát ugyanabba a csoportba tartoznak, a melybe pl. MEVES-éi a béka Achilles-inának porczsejtjein (1895), saját magam (1895), DEHLER (1896), MARG. LEWIS (1896), MC. CLURE (1896) észleletei idegsejteken, FLEMMING (1891), SCHAFFER (1896) és mások észleletei porczsejteken, stb.

Másodsorban említésre méltó az, hogy a cytoplasma nyomát sem mutatja a sugaras fibrilláris elrendeződésnek. Esetünkre tehát semmikép sem illik a centrosomának az a definitioja, a melyet HEIDENHAIN állít fel, hogy t. i. a centrosoma «ein Organ, das die Angriffspunkte eines centrisch geordneten Systems motorischer Kräfte in sich vereinigt.» Igaz ugyan, hogy HEIDENHAIN legújabb dolgozatában (1897, 276. o.) megengedi, hogy «lehetőség, hogy a sejt bizonyos állapotaiban a centrosoma tétlen maradjon, s ennek folytán hiányzik minden centripetális erőnyilvánulás, valamint minden sugaras differenciálódása a protoplasmának is». De biztosan tudjuk-e azt, hogy a nyugvó sejten a centrosomának tényleg nincs semmi működése? Elismerem, hogy e feltevés valószínűséggel bír, de határozott állításra alapunk nincs. Mindenestre áll azonban ez irányban, hogy a centrosoma mégis csak centrosoma marad a nyugvó sejten is, s így ama meghatározás általános érvényűnek semmi esetre sem ismerhető el.

Figyelmet érdemel továbbá a sphæra névvel jelölt képződmény, melybe a centrosomák ágyazva vannak. E sphæra merően különbözik attól, a mit HEIDENHAIN sphærának nevez, s a mi szerinte csak a protoplasma-fonalaknak erősebb mikrosomák által

eltagolt, erősebben festődő belső részét képezné. Esetünkben más képződmény forog fenn, t. i. a cytoplasmának homogen, élesen körülírt golyóalakú testté differenciálódott részlete a centrosomák körül. Hogy e differenciálódásnak mi a célja, azt nem tudjuk. Abból a nézetből indulva ki, hogy a leggyengébb hypothesis is többet ér a semminél, csakis hypothesis gyanánt kockáztatom azt a nézetet, hogy az egészen nyugvó sejtben a cytoplasma mintegy védelmül a centrosoma, e nyugtalan dinamikai műszer ellen, melyből a protoplasmára állandóan erős áramlatok sugároznak ki, izoláló réteggé tömörül a centrosoma körül, azt mintegy börtönbe zárva. E feltevés megegyezik azzal a ténnyel, hogy a mint a sejt hozzákészül az oszláshoz, melyben a centrosoma oly fontos szerepet van hivatva játszani, a réteg eltűnik, vagy mint a spermatoocyteknél,* a centrosoma kilép a sejtből.

★

Még egy másik állat heréjén is sikerült a szövetrozti sejtek centrosomáit a vashæmatoxylin-festés segítségével elõtüntetnem: a patkányén. A herecsövek közötti szövet itt tudvalevöleg gyengén van kifejlödve, a sejtek vagy egyenként állanak, vagy a csatornák hossziránya mentén egyszerű sorba helyezödnék el.

Első sorban is mint új tényt kell kiemelnem, hogy figyelmesen vizsgálva a sejteket, két különbözö typust találunk közöttük. A sejt nagysága, alakja, elrendezödése a kettönél azonos; a különbség a mag alkotásában nyilvánul. Az első fajta magja szép, nagy, világos, néha kissé hosszukás; a chromatin benne néhány erőteljes gerenda és rög alakjában van meg. A másik fajtánál a mag jóval kisebb, csaknem mindig szigorúan gömbalakú, ritkán hosszukás, de viszont a centrosomáknak megfelelőleg gyakran mutat egyik oldalán kis bemélyedést. De legjellemzöbb reá nézve az, hogy rendkívül sűrű belső szerkezettel bír, minek folytán vashæmatoxylinnel rendszerint egynemű feketére színezödik, s ha valamivel világosabb színt vesz is fel, belső structurát alig veszünk rajta észre. Egyéb festésekkel is feltünö sötét színben jelenik meg.

* Lásd dolgozatomat (1898 a spermatogenesisről.

A Mayer-féle timsós hæmatinnel festett készítményeken némi felvilágosítást nyerünk e magok különös szerkezetéről. A mag körvonala ily készítményeken rendkívül vastag, sötét vonal képében tűnik elő, míg belseje csaknem egyneműnek nevezhető. E képből tehát azt következtethetjük, hogy a chromatin legnagyobb része összefüggő réteg alakjában a maghártya belső felszínéhez tapad hozzá, ú. n. chromatin-hólyagot képezve. Kisebb lévén itt a mag, mint az első sejtalakban és a mellett a sejt terjedelme a két alaknál azonos lévén, természetes, hogy a második fajtánál a cytoplasma mennyisége valamivel nagyobb. Feltűnt még gyakran, hogy a cytoplasma a sötét magvú alaknál szintelenebb, egyneműbb, kevésbé szemecses, mint a másikonál. Szóval a különbség a két sejtalak közt oly kifejezett, hogy a legtöbb esetben a kettőt egymással összetéveszteniünk nem lehet; persze itt-ott akad egy-egy sejt, mely mintegy átmeneti alaknak nevezhető, s ez átmeneti alakokat azért tartom fontosaknak, mert ama következtetésnek szolgálhatnak alapul, hogy a két sejtalak lényegileg összetartozik. Valószínűleg csak különböző állapotaival állunk szemben ugyanannak a sejtajtának; lehet, hogy a különbséget a működéssel kapcsolatos viszonyok okozzák, de lehet, hogy a kismagvú fajta csenevész alakját képviseli a szövetközi sejteknek. A kötőszöveti sejtektől mind a két alak lényegesen különbözik; arról szó sem lehet, hogy egyik vagy másik alak közéjük tartoznék.

A centrosomát a két alak mindegyikénél megjeljük, ugyanolyan alakban, mint a házinyúl megfelelő sejtjeiben, t. i. két kis fekete granulum képében. E granulumok valamivel nagyobbak, mint a házinyúlnál, holott a sejt inkább kisebb, mint ez utóbbinál. Ismeretes, hogy a centrosomák ugyanabban a sejtalakban különböző állatfajoknál különböző nagyságúak lehetnek, mire KOSTANECKI (1897) újabban ismét figyelmeztetett.

Összehasonlítva a közölt viszonyokat a házinyúlnál leírt részletekkel, két eltérést találunk: 1. Hiányzik itt amaz élesen körülírt sphæra, melyet a házinyúlnál láttunk; legfőlebb világos udvarral találkozunk a centrosomák körül, mely azonban rendszerint éles határ nélkül függ össze a környező cytoplasmával. 2. A centrosomáknak más a helyzetük. Ama szabályszerűséget, a melyet a házinyúlnál megállapíthattunk, itt hiába keressük.

A centrosomák ugyan itt is mindig a mag közelében fekszenek, sőt a kismagvú fajtában gyakran a mag egy gödröcskéjébe helyeződnek, mint a leukocytákénál, de nem fekszenek a sejt tengelyében. Leggyakrabban épen azt találtam, hogy a maghoz ellenkezőleg ép a hosszúkás oldala mentén fekszenek hozzá.

Végezetül arra kell még utalnom, hogy ki lévén most tisztán mutatva a házinyúlban és patkányban a szövethközti sejtek centrosomái, előbbeni adataim, a melyek az ember és macska heréjére vonatkoznak s a melyeket egy év előtt némi tartózkodással bocsátottam világgá, az analogia révén már most kétségtelen bizonyítékai gyanánt vehetők annak, hogy a centrosoma a szövethközti sejtekben itt is megvan. Valószínűleg nem hiányzik a centrosoma egy emlős állat heréjében sem. Egyébként meg kell említenem, hogy átvizsgálva újlag a macska heréjéből nyert készítményeim, ugyanazokat, a melyek előbbi dolgozatomnak szolgáltak alapul, azt látom, hogy túlságos tartózkodással nyilatkoztam volt a centrosomákat illetőleg. Legyen szabad azzal a reménnyel bezárnom e fejezetet, hogy sikerült legyen e cikkem által PLATO kételyeit eloszlatnom.

III. A centrosomáról a petefészek stromasejtjeiben.

A petefészek stromasejtjeiben a centrosomát ZIMMERMANN K. W. fedezte fel. Az anatómiai társaság VII., Strassburgban tartott gyűlésének értesítőjében (1894) a bemutatott készítmények ismertetésénél a következő sorokat olvassuk: «A macska petefészekének stromasejtjei kivétel nélkül kettős centrosomával bírnak, melyek egy a maggal érintkező sphærában fekszenek. A két szemcsét finom híd köti össze». — Saját ez irányú észleleteim a házinyúl petefészkére vonatkoznak. A szövethbuvárok előtt ismeretes tény, hogy a házinyúl petefészke a didaktikai és egyéb intézeti célokra leginkább használt állatok petefészkéi között különös helyet foglal el. Különössége abban áll, hogy stromasejtjei feltűnően hámsejtszerű jellegűek. Ama petefészek például, melyen közlendő észleleteimet főképp nyertem, s mely egy terhes házinyúltól származik, leszámítva a tüszőket, csaknem egészen epitheloid sejtekből áll; csak a felszín közelében a rostos tok alatt találjuk a közön-

séges fibrilláris kötőszövet egy rétegét. A stromasejtek és halmazaik hámszerű kinézését nem hogy csökkentené, de inkább növeli az, hogy a halmazokat itt-ott rostos kötőszövetből álló kötegek szövik át, a stromasejtek részére még külön stromát képezve. A legkülönbözebb azonban az, hogy a stromának ez epitheloid jellegére nézve az egyes házinyulak petefészkei meglehetősen eltérnek egymástól. E kérdés szempontjából számos készítményt vizsgáltam át, melyek különböző házinyulak petefészkeiből származtak, s azt találtam, hogy valamennyi átmeneti alak előfordul a merőben kötőszöveti stromától az epitheloid stromáig.

A stroma epitheloid sejtjei rendkívül alkalmasak a centrosomák vizsgálatára. Már ZIMMERMANN kiemeli, hogy a centrosomák a mag közelében fekszenek, s ehhez hozzátehetem még, hogy a sejtnak szigorúan a középpontját foglalják el, a mi csak annak folytán lehetséges, hogy a mag kissé excentrikusan fekszik. Észleleteim annyiban térnek el ZIMMERMANNÉITÓL, hogy a házinyulából készült metszeteimen az esetek legnagyobb számában nem két centrosomát, hanem csak egyet látok; itt-ott tűnik csak fel a szemcsepár ismert képe. Készítményeim hasonlóképen nem mutatják azt az élesen körülírt sphérát, a melyről ZIMMERMANN szól, legfőlegbb világos udvart a centrosoma körül, mely azonban nem határolódik el élesen a környezetétől. Kiemelendő, hogy a sphæra körül a cytoplasma erősen szemcsés halmazzá, valóságos «plasmosphæra»-vá tömörül.

A stromasejtek egy fajtájával kissé bővebben kell foglalkoznom. E sejthalakot eddigelé csakis egy petefészken — a viselő házinyul petefészken — volt alkalmam észlelni. E sejthalak azért érdemel különös figyelmet, mert valamennyi nyugvó sejt közül, a melyet magam láttam, vagy rajzból ismerek, ez az, melyet a centrosoma kimutatására a legalkalmasabbnak kell kijelentennem. A szóban forgó petefészek metszeteit tekintve, már szabad szemmel feltűnnek egyes világos helyek. Hogy e világos foltok nem tüszőknek felelnek meg, az már a szabad szemmel való tekintés alapján világos; alakjuk bizonyítja ezt leginkább. Mikroskoppal tekintve e helyeket, azt látjuk, hogy a többi stromasejtnél jóval nagyobb, rendkívül világos, puffadt sejtek halmazai képezik. Minél sötétebb festődésű a metszet, annál élénkebben tűnik szembe

e sejtesoport, a mennyiben a legtöbb festéssel szintelen marad. Rendesen 3—4 ilyféle sejthalmazt látunk egy-egy metszetben; helyzetük tetszésszerűen lehet a petefészekben, de leggyakrabban mégis a nagyobb tüszők közelében találjuk, a tüszők falával párhuzamos fekvésben. A sejtesoport majd hosszúkás gerenda alakjában terjed el, majd inkább gömbölyded halmazt képez; néha mintha külön kötőszöveti buroktól lenne körülvéve vagy hegszerű kötőszövettől átszöve, úgy hogy az ember azt a benyomást nyeri, hogy obliterált Graaf-féle tüszővel van dolgunk, de más helyeken meggyőződhetünk, hogy e felfogás téves és hogy e halmazok sejtjei nem egyebek, mint a közönséges stromasejtek egy változata. Kétségtelen ténynyé válik e felfogás az által, hogy hasonló elváltozást mutató sejteket helyenként elszórva a közönséges stromasejtek között is észlelünk.

Közelebről véve szemügyre az egyes sejteket, azt látjuk, hogy elzsírosodott sejtekkel van dolgunk. A zsír szemcsék alakjában van a sejtbe beágyazva és a protoplasma ezáltal reczeszerű vagy még helyesebben méhkasszerű kinézést nyer; a sejt ennek folytán emlékeztet a faggyúmirigyek sejtjeire és egyéb elzsírosodott sejtekre. Az egyes sejtesoportok elemeit az elzsírosodás különböző stadiumaiban találjuk, mi kivált a zsírszemcsék különböző nagyságában nyilvánul. A folyamat elején a sejt rendkívül apró zsírszemcsékkel van megtöltve, előhaladottabb stadiumaiban a zsír benne nagyobb golyókká futott össze s a sejtplasma kevés recze módjára összefüggő kötegre szorítkozik. Megjegyzendő azonban, hogy már ama sejtek is, a melyeken a zsírképződés első stadiumát észleljük, élénken elütnek a közönséges stromasejtektől, nagyobb méreteik s kivált világos voltak által.

Különös, hogy a sejtek elzsírosodása, mely mint PLATO (1897) bebizonyította, a petefészekben nem épen ritka jelenség, nem diffuse lép itt fel, hanem szigorúan egyes sejtesoportokra szorítkozva; e jelenség arra látszik utalni, hogy a zsírképződésre nem valamennyi stromasejt alkalmas, hanem hogy itt is ép-úgy, mint a bél vagy a mesenterium kötőszövetében, egyes sejtesoportok előre ki vannak szemelve arra, hogy kedvező körülmények között a zsír réservoir-jai gyanánt szolgáljanak.

Az elzsírosodott sejtek magja feltűnő kicsiny, kisebb terje-

delmű, mint a közönséges stromasejteké. Fel kell tehát vennünk, hogy a sejt testének elzsírosodásával karöltve jár a mag megkisebbedése; meg kell azonban jegyezni, hogy a zsugorodásnak nyomait, redőket vagy effélét felszínén nem látni. De még feltűnőbb a magvak központkívüli helyzete; néha annyira kifelé van helyezve a sejtmag, hogy a sejt szilárdabb széli rétegét úgyszólván domb alakjában kifelé szorítja. De feküdhethet a mag valamivel beljebb, sőt a centrosoma közelében is; a sejt közepéig sohasem vándorol. A mag e helyzetváltozásai alapján azt a benyomást nyerjük, hogy a mag itt a sejtben egészen támpontnélküli, ingadozó szerv, mely a felhalmozott zsír mechanikai behatásának ellentállás nélkül van kiszolgáltatva.

A «centrosoma» itt nevét valóban megérdemli, mert bármily alakja legyen a sejtnek, mindig a sejt geometriai középpontját keresi fel. A sejt középső részére irányítva figyelmünket, a protoplasmának egy kis halmazát látjuk ott, mely köröskörül egyenesen összefügg a cytoplasma gerendáival. Közvetlenül a halmaz körül gyakran észlelhető némi sugárszerű elrendeződése a gerendáknak, de már valamivel távolabb ez elrendeződésnek nyoma vesz. A sugaras elrendeződés a gerendáknak úgyszólván csak tápadási pontjaira vonatkozik.

A protoplasmahalmaz közepén, melyet «plasmosphæra»-nak nevezhetünk, fekszik a centrosoma, külön sphæra nélkül: úgynevezett «mezítlen centrosoma» esete forog fenn. A centrosoma rendkívül könnyen festődik a vashæmatoxylin módszerrel, legkönnyebben valamennyi centrosoma közül, a melyet eddigelé észlelhettem; sok esetben, midőn az el nem zsírosodott stromasejtek centrosomáinak nyomát sem látjuk, a centrális képződmény itt élénken lép elő. Ezzel azonban nem áll ellentétben, ha azt mondom, hogy tiszta előtűntetése a centrosomának itt is nehéz dolog, a mennyiben a legtöbb esetben a centrosomán kívül még a környező cytoplaszmának a centrosomát behüvelyező része is festődik, úgy hogy nagy fekete golyó képét nyerjük, mely már nagysága, szabálytalan alakja, széleinek egyenetlen volta által tisztán műterméknek bizonyul. Csak az erősebb differenciálás útján — melynél persze a centrosoma könnyen egészen eltűnik — nyerhetjük tiszta képét a centrosomának és ilyenkor azt látjuk, hogy itt is, mint a közön-

séges stromasejtekben, legalább az esetek túlnyomó számában, egyetlen egy centrosoma van jelen, kis, szabályosan elhatárolt golyó alakjában.

Két magvú sejtek ez elzsírosodott sejtek között nem ritkán fordulnak elő, épúgy mint a közönséges stromasejtek között. A két mag mindig a periphéria közelében fekszik. Érdekes, hogy ily sejtekben két centrum is lehet jelen, symmetriásan elhelyezve.

IV. A centrosomák némely hengerhámsejtben.

ZIMMERMANN 1894-ben, az anatómiai társulat gyűlésén Strassburgban hámsejteket mutatott be a méhből, a melyekben a szemcsepár alakjában megjelenő centrosomák egészen felszínesen feküdtek, úgy hogy közülök egyik a felszint magát érintette. A méh mirigysejtjeiben a két kis szemecske hol a felszínen feküdt, hol mélyebben, egész a magig. Az ember vastagbelének hámsejtjeiben ZIMMERMANN a centrosomapárt szintén közvetlenül a cuticula alatt lelte föl, a magtól mindig nagyobb távolságban, világos udvartól körülvéve. ZIMMERMANN nevezetes fölfedezése eleinte figyelmen kívül maradt, daczára ama nagy buzgalomnak, a melyet a szövettuvárok a centrosoma körül kifejtettek, s ennek okát kettőben találhatjuk: 1. abban, hogy ZIMMERMANN elmulasztotta észleleteit bővebben leírni s rajzokkal érzékíteni s 2. abban, hogy a centrosomák e különös helyzete minden addigi tapasztalattal ellenkezett, a miért ZIMMERMANN közlése valószínűleg nem keltett nagyobb bizalmat. A figyelem csak akkor fordult erősebben feléje, mikor HEIDENHAIN (1897) kimutatta, hogy fiatal tyúkembryokon a test összes sejtjeiben (a fiatal izomsejteken kívül) a centrosomák ép oly alakban és helyzetben találhatók, mint a hogy azt ZIMMERMANN a töle megvizsgált sejtekben leírta, tudniillik két kis szemcse képében és közvetlenül a sejt szabad felszíne alatt.

Vizsgálataim alapján ez észleletekhez néhány újabb leletet csatolhatok, melyek révén mind valószínűbbé lesz a feltevés, hogy a centrosomák ily fekvése a hengerhámsejtekben kiterjedt jelenség. Legelső észleleteim a *mellékhere hengerhámsejtjeire* vo-

natkoznak; e hámot tartom a leghálásabb objectumnak a centrosomák felszínes helyzetének kimutatására. Van készítményem, a melyen úgyszólván egy hengerhámsejt sincs híján a centrosomáknak.

Előre kell bocsátanom, hogy a házinyúl és patkány mellékheréjében, a melyeket vizsgálataimra fölhasználtam, sehol sem találunk összefüggő csillóhámot. A szerv legnagyobb részében egyáltalán nincs is csillószőrös sejt, csak a fejrészletben találunk ilyeneket, de ott is mindig közönséges hengerhámsejtekkel vegyest, oly annyira, hogy csak ritkán kerül két csillószőrös sejt egymás mellé. A csillósejteket dolgozatom következő fejezetében fogom szemügyre venni.

A szép hámsejtek majd keskenyebbek, majd valamivel alacsonyabbak, határaikat éles vonalak jelölik, szabad felszíneiket a HEIDENHAIN-COHN-féle (1895) záróléczek választják el egymástól. E léczek a vashæmatoxylin készítményeken feketére festődnek, a hám merőleges metszetén köralakú átmetszeteiket látjuk, míg felülről tekintve a hámot, durva recze alakjában jelennek meg. A sejtek szabad felszínei a záróléczek között gyengén a csatorna ürtere felé domborodnak, de ezt műterméknek, a zsugorító folyadékok hatásának tartom.

A centrosomáknak itt is ép oly helyzetük van, mint a minőt ZIMMERMANN a méh és vastagbél hámsejtjeire nézve leír: az egyik direkt a felszínen fekszik, a másik valamivel mélyebben, de a felszínes szemcse tözsomszédságában. A két centrosomát összekötő vonal az esetek túlnyomó számában a felszínre merőlegesen áll, s ha néha kissé ferde helyzetű is, közel fekszik a gyanú, hogy a két szemcse a kezelés folytán tolódott el kissé egymástól. A mi azt a kérdést illeti, hogy mikép viszonylanak a szabad felszínhez, vajjon centrálisan vagy kissé központkíülien fekszenek-e, erre azt kell felelnem, hogy itt úgy látszik egyéni ingadozások forognak fenn. A patkány és a felnőtt házinyúl mellékheréjében a szemcsepárt majdnem kivétel nélkül a szabad felszín közepén, tehát a sejt tengelyén találtam. Egynéhány hetes házinyúlon azonban a szemcsék a legtöbb sejtben a sejt széle közelében fekszenek. Typusosnak a centrosomák központi helyzetét tartom.

A centrosomákat gyakran látjuk kis világos udvartól körül-

véve, mint azt már ZIMMERMANN látta a vastagbél hámsejtjein, s mint a hogy HEIDENHAIN is lerajzolja dolgozata 2. ábrájában (a 204. lapon) a tyúkébreny sejtjein. Ez udvar azonban soha sincs oly élesen elhatárolva, hogy valóságos «sphaera»-ról szólhatnánk.

A legmeglepőbb képeket oly helyeken kapjuk, hol a mikrotom kése a hám felszíne mentén haladva, a sejtek legfelszínesebb rétegét választotta le. A sokszögű sejtek sorozata mozaikszerű rajzolatot nyújt; a sejteket egymástól a záróléczek fekete reczéje választja el. Valamennyi sejt felszíne az egyik irányban kissé hosszabb, mint a reá merőlegesben; a hosszabb átmérő a csatorna haránt irányának felel meg. E viszony kivált a fiatal házinyúl mellékeréjén van kifejezve. Valamennyi sejtben ott találjuk a centrosomákat, de legtöbbször csak egy fekete szemcse alakjában, a meny nyiben felülről tekintve az egyik szemcse a másikat fedi. Csak ott a hol a két centrosoma ferdén áll egymáshoz, látszik mind a kettő felülről. Egyes sejtekben a centrosoma feltűnő erős volta által tűnik ki; ezek mitosisra készülő sejtek. A mitosisos oszlás legelső jelenségei e hámsejteken abban nyilatkoznak, hogy a mag megduzzad, gömbölyű lesz s lassankint a sejt felszíne felé emelkedik, mialatt a centrosomák jelentékenyen megnagyobbodnak, s egyik közülök a sejt mélyébe vándorol.

Sem ZIMMERMANN, sem HEIDENHAIN nem iparkodik arra nézve bizonyítékot fölhozni, hogy e szemcsék csakugyan a centrosomáknak felelnek meg, hanem ezt a priori biztos tényként állítják oda. Tényleg mi is lehetne más e szemcsepár, mely a centrosomák jellemző alakjában jelenik meg? Számba véve azonban a lehetőséget, hogy akadhat valaki, ki erre nézve egész meggyőző bizonyítékot követel, bizonyára nem közömbös, hogy e bizonyítékot megadhatom. Figyelmesen vizsgálva e hámsejtek oszlási jelenségeit s kivált a centrosomák szerepét az oszlásban, világosan meggyőződhettem arról, hogy e két felszínes szemcse az, a mely a magorsó csúcsára helyezkedve az oszló sejt centrosomáit teszi. E ponttal, melynek bonyolult viszonyait még nem sikerült minden irányban felderítenem, egy későbbi dolgozatban szándékozom részletesebben foglalkozni.

Egészen hasonló helyzete van a centrosomáknak a *ductus deferens* hámjában, valamint a *vese-csatornák* *kivezető* részletei-

ben. Ez utóbbiak hámját a házinyúlnál rendkívül magas, világos, hengeralakú sejtek szabályszerűen álló sora teszi. A sejtek legfelső részén, szorosan a felszín alatt ott találjuk tipusos alakban a két fekete szemecskét, hol a szabad felszín közepén, hol kissé oldalt. A világos udvar körülöttük sohasem hiányzik. Még szabályosabb viszonyokkal találkozunk a csatornák u. n. *közbeiktatott részletén* (tubuli contorti II. ord.). A hám itt tudvalevőleg jóval alacsonyabb, kockaalakú vagy még laposabb elemekből áll, a melyeknek az a különösségük van, hogy belső felszínük kúp alakjában domborodik a csatorna ürtere felé. A centrosomák szigorú törvényszerűséggel a kúp csúcsi részletébe, tehát a szabad felszín közepére helyezkednek, s e mellett mindig úgy állanak, hogy az őket összekötő vonal a sejt hossz tengelyével esik össze. Ennek folytán igen szabályos és tipusos képet nyerünk. ZIMMERMANN az emberi vese e hámsejtjein különös viszonyokat észlelt: a két centrosoma közül az egyiket piskóta alakúnak találta s belőle kiinduló fonalszerű nyújtványt ír le «Centralgeissel» név alatt, mely a sejtől csilló-szál módjára lép elő. Mind e viszonyoknak a házinyúlnál nyomát sem láttam.

A leírt észleletekből, hozzácsatolva még a ZIMMERMANN s HEIDENHAIN észleleteit, az ember könnyen arra a gondolatra juthatna, hogy a centrosomák ilyen helyzete talán minden hengerhámsejtre nézve áll. Ily feltevés azonban tévedés volna. Már ZIMMERMANN említi a vesemedence s az ureter hámsejtjeiről, hogy bennök a centrosomapár valamivel mélyebben fekszik. Hasonló észleletet közölhetek magam a *közös epevezeték* hámjáról, melyet szintén a házinyúlon vizsgáltam meg. A ductus choledochus hámborítékát nagyobbára rendkívül keskeny, magas hengerhámsejtek alkotják, a melyek egyszerű rétegben vannak elrendeződve. Nevezetes, hogy a hám erős redőket képez; a redők élén találjuk a legkarcsúbb sejteket, míg a redők között kissé szélesebb, gyakran hordóalakú világosabb sejtek fekszenek. A mag helyzete is változó. A redők domborulatán a mag a szabad felszínhez aránylag sokkal közelebb fekszik, mint a redők között, hol a sejtek alapja felé közeledik. A sejtek protoplasmája finoman szemcsés. A sejtek belső felszínei gyenge domborulattal a csatorna felé emelkednek; közöttük megtaláljuk az ismert záróléczeket. A hám egy területén

sem hiányzanak a rajta áthaladó vándorsejtek, melyeket világos udvar környez.

A centrosomát illetőleg feltűnő már az, hogy az ismert szemcsepár helyett mindig csak egyetlen egy szemcsét találunk. E centrosomának szabályszerű helyzete van, de nem fekszik egészen a szabad felszínen, hanem mindig valamivel mélyebben, a szabad felszín s a mag közötti területen, rendszerint, de nem mindig a sejt tengelyén.

Meg kell még jegyeznem, hogy a centrosoma itt aránylag nehezen festhető. Készítményeim egy helyén sem sikerült a centrosomát minden sejtben szemléltetővé tennem. Mindazáltal kétség az iránt nem foroghat fenn, hogy a centrosomával van dolgunk. Legmeggyőzőbbek itt is a felszínes metszetek; természetesen a centrosomát a sejteknek nem legfelszínesebb átmetszetei tartalmazzák.

V. Adatok a csillószőrös sejtek ismeretéhez.

A közlendő észleletek benső összefüggésben állanak az ondószálak fejlődését illető vizsgálataimmal, sőt úgyszólván egyenes folytatásai azoknak. Ama meglepő eredmények, melyeket a farkfonál fejlődésére nézve nyertem, kiindulási pontjaivá lettek egy oly gondolatmenetnek, mely figyelmemet a csillószőrös sejtekre terelte. Legyen szabad elsőben is amaz eredményeket röviden közölnöm.

A patkány heréjén tett vizsgálataim folyamán azt találtam, hogy az ondószál farkfonala nem a sejtmagból nő ki, mint a hogy azt eddigelé általánosan felvették, hanem ép úgy, mint azt rövid idővel az én közlésem előtt MEVES (1897) a szalamandrára nézve kimutatta, a centrosomákból. Ha figyelemmel vizsgáljuk a fiatal spermatidát, mindjárt a mint a spermatocyták oszlásából előállott, akkor a két kis centrosomát a sejt felszínén találjuk gömbölyded, szorosan egymás mellett fekvő szemcsék képében. E centrosomákból nő ki a farkfonál rendkívül finom szálacska alakjában, mely a patkány spermatidáiban eleinte a sejt felszínén sikamlík tova. A centrosomák nem maradnak soká e felszínes helyzetben, hanem a sejt mélyébe bocsátkozva, a maggal lépnek összeköttetésbe, ma-

guk után vonszolva a farkfonalat, mely most a sejt tengelye mentén helyezkedik el, s nemsokára ostoralakban előtör a sejtéből. A centrosomák nem tűnnek el, hanem megmaradnak az ondószálban mindvégig, a középdarab ama kis, erősen fénytörő testecskéit képezve, a melyeket felfedezőjük, JENSEN (1887) «Endknöpfchen» «véggombocskák» nevével jelölt. E véggombocskákból s nem a spermatozoon fejéből indul ki a fark tengelyfonala; a maghoz sem fejlődése folyamán, sem később vonatkozása nincs. Minden valószínűség szerint a véggömböcskék a farkfonalaknak nemesak anyatalaját képezik, hanem működésüket is ők kormányozzák, belőlük indulván ki azok az ingerek, a melyek a fonalat lengéseire serkentik. BENDA 1889-ben a fark mozgásait illetőleg következőleg nyilatkozott: «Ich stehe nicht ab davon, nach einem Motor zu suchen, der in der Gegend des Verbindungsstückes peripherisch einwirkend, die pendelnden, vibrierenden und rotirenden Bewegungen der Geißel am einfachsten hervorrufen würde.» E motort most ismerjük.

Ez észleletekből tehát az a tény domborodott ki, hogy a centrosomáknak az ondószálban rendkívül fontos dinamikai jelentőségük van, s közel feküdt a gondolat, hogy az itt észlelt viszonyok csak egy speciális esetét teszik egy általánosabb törvényszerű viszonynak. KÖLLIKER régi, 1841-ből származó vizsgálatai óta senki sem kételkedik azon, hogy az ondószálak és a csillószőrös sejtek között a legnagyobb analogia áll fenn. Első sorban tehát az a kérdés merült fel, vajjon nem forognak-e fenn e sejteknél is hasonló viszonyok; nem erednek-e itt is a sejt fonalszerű, mozgékony nyulványai egy vagy több centrosomából, nem nyerik-e itt is impulsusaikat e testekből? Ha e feltevés igaznak derülendett ki, akkor nemcsak a centrosoma dinamikai jelentőségének elméletéhez nyertünk új adatot, hanem a csillószőrös sejtek finomabb alkotásának kérdésében is egy lépéssel előbbre haladtunk.

A kérdés tehát az volt: lehet-e a csillósejtekben — nevezük röviden így — centrosomákat kimutatni, s ha igen, hol fekszenek a sejtben s mily vonatkozásban állanak a csillószőrökhöz?

Vizsgálataimat a mellékherén kezdettem meg, hol az emlős állatok szervezetének legszebb csillószőrös sejtjeivel találkozunk; vizsgálati anyagul a házinyúl s a patkány heréjét használtam.

Kutatásaimat azután kiterjesztettem ez állatok egyéb csillóhámjaira s egyéb állatok csillószőrös sejtjeire is.

Mint már az előző fejezetben említők, a rágesálóknál a mellékherében sehol sincs összefüggő csillóhám. A csillószőrös sejtek elszórtan fekszenek a közönséges hengerhámsejtek között. E körülmény fontos a jelen vizsgálat szempontjából. A csillósejteket persze az első reátekintésre megismerni nyujtványaikról. De a csillószőröktől el is tekintve, e sejtek a hengerhámsejtektől két jelenség által élesen elütnek: 1. cytoplasmájuk sűrűbb szerkezete által, melynek folytán valamivel sötétebbre színeződnek a hengersejteknel, kivált a protoplasma festésekkel, pl. eosinnal, erythrosinnal; 2. azáltal, hogy a mag bennük mindig valamivel magasabban, a mellékherecsatorna ürteréhez közelebb fekszik, mint a hengerhámsejtekben, sőt néha egészen a belső szabad felszín közelében találjuk. Míg a hengersejtek magjai a hám basalis felében összefüggő, szabályos sorban állanak, a csillósejtek magjai e sorból kiemelkednek a lumen felé. A magvak helyzetének e különbsége egyébként különböző fokban érvényesül a hám minősége szerint. A hám t. i. a csatorna egyes szakaszaiban eltérő magasságú: majd keskeny, magas hengersejtekből, majd pedig valamivel lelapultabb, alacsonyabb elemekből áll, a melyekre a hengersejt elnevezés voltaképen már alig illik. A hám e váltakozó magassága független a csatorna teltségi állapotától; még kevésbbé gondolhatunk a csatorna falának összehuzódására, mert a rágesálók mellékheréjében hiányzik a sima izomzat. Természetes, hogy a hám alacsonyabb helyein a magvak helyzetében az eltérés nem oly szembeötlő, mint ott, a hol a hámot magas, karcsú sejtek képezik.

Az alacsonyabb hámalaknál a csillósejtek széles alappal fekszenek hozzá a membrana propriához. A magasabbnál ez sohasem fordul elő: a csillósejtek vagy el sem érik a membrana propriát, hanem a hallószerv érzéki sejtjei mintájára már a hám közepén, a mag színvonalán végződnek, vagy pedig a mag alatt hirtelen megvékonyodva, vékony, nyélszerű folytatással érik el a csatorna finom «saját hártá»-ját.

A sejt szabad felszínéről emelkednek a csatorna ürterébe a csillószőrök, rendszerint kissé összehajló elrendeződésben, minek folytán összeségükben kúp alakú testet képeznek. Úgy látszik,

valamely ragasztó anyag van közöttük, mely összetartja őket, bár különös, hogy ez anyagot élénk mozgásaik közben le nem rázzák. A ragasztó anyagot HAMMAR-ral (1897) a sejtek beszűrődött váladékának tarthatjuk. Mert a csillószőrös sejteknek is megvan az a tulajdonságuk, mint a mellékhere egyéb sejtjeinek, hogy mechanikai működésük mellett még mirigysejtek módjára is szerepelnek. A csillószőrök vashæmatoxylinnel szürke színben festődnek, sötétebbre a sejtprotoplasmánál; tövük felé, hol kissé megvastagodnak, sötétebben, mint csúcsuk felé. Készítményeimen minden egyes csillószál élénk fonál alakjában lép elő s a csillószőrök halmozában alapjától csúcsáig követhető.

Ott a hol a csillószőr a sejtbén gyökeredzik, a sejtnek legfelszínesebb rétegében, az intenzív feketére festett szemcsék egy sora tűnik rendkívül élénken szembe. E képződményeket már több évtized óta ismerjük, kivált EBERTH (1866), MARCHI (1866) és ENGELMAN (1880) vizsgálatai alapján. Ama számos elnevezés közül, a melyek alatt az irodalomban szerepelnek, azt tartom a legalkalmasabbnak, a melyen APÁTHY (1897) nevezi őket újabban: a basalis vagy alapi testecskék elnevezést. Mindegyik csillószőr összefügg egy-egy basalis testecskével. Ez összefüggésről tudjuk, hogy a friss, festetlen készítményeken nem dönthető el egykönnyen; vashæmatoxylinos készítményeimen azonban, kivált a metszetek finomsága (5μ), valamint a czélszerű festés következtében oly világosan látható, hogy szinte kár volna e pontra nézve sok szót vesztegetnem. A basalis testecsek úgyszólván gyökérgumói a csillószőröknek. A sejtek merőleges átmetszetein a basalis testecsek sora igen csinos képet nyújt: apró fekete, rendszerint kissé hosszukás, ritkábban gömbölyű testecskék alakjában jelentkeznek, a melyek rendkívül szabályosan egy vonalban vannak elhelyezve, tengelyeikkel párhuzamosan, merőlegesen a sejt felszínére. Alsó végük, mely mindig pontosan egy síkban áll, legömbölyödött, de felső végük gyakran megy át kúpalakban a csillószőr tövébe. Tanulságos képet nyerünk a testecskékről a készítmény oly helyein, hol a mikrotom kése a hámot belső szabad felszíne mentén, vagy vele párhuzamosan szelte át. A közönséges hengersejtek között rendkívül élesen ötlenek szembe a szétszórtan s mindig egyenként álló csillósejtek, melyek területe fekete szemcsékkel van megtelve,

a basalis testekkel. E testek felülről tekintve gömbalakuak; a sejtkben meglehetősen sűrűn állanak; elrendeződésük nem nevezhető egyenletesnek, a mennyiben helyenkint sűrűbb halmazokká tömörülnek, a melyek között ritkásabb helyek vannak; valamely szabályszerűség azonban e tekintetben nem uralkodik. A sejt legfelsőbb része sávalakban a csillószőrök híján marad. Sűrű elrendeződésük daczára a testecseket könnyű megszámlálni. Középszámban 100 van, a mely szám természetesen a csillószőrök számával is azonos. A sejtek felülről tekintve sokszögűeknek bizonyulnak, határaikat rendkívül erős fekete vonalak, a HEIDENHAIN-COHN-féle záróléczek jelölik. E léczek harántmetszete a basalis testecskeknél valamivel nagyobb gömböt képez.

A sejttest felszine szabadon fekszik, eltekintve persze a csillószőröktől; olyféle cuticula, mint a milyen gerincztelen állatok csillósejtjein gyakori jelenség, hiányzik itt. A basalis testecsek ennél fogva ugyan még a protoplasmában fekszenek, de oly felszínesen, hogy felső csúcsuk a sejt belső, szabad felületét, mely egyenes harántvonal alakjában jelentkezik, érinti. A cytoplasmának legfelsőbb része, ama terület, a melybe a testecskek ágyazva vannak, kissé sötétebb színnel festődik, a miből azt következtethetjük, hogy a sejt itt mélyebb részeinél sűrűbb szerkezetű. E kérégesedés célja valószínűleg első sorban mechanikai; a csillószőrök a testecskeket erős ostorszerű mozgásaik által helyzetükből talán könnyen kimozdíthatnák, ha védelmükről a sejt ama szilárd rétege nem gondoskodnék. A sejt merőleges átmetszetein körülbelül 10 testecske fekszik egymás mellett; elrendeződésük szabálytalansága itt nem tűnik annyira szembe, mint ha a sejtet felülről tekintjük.

A csillósejt protoplasmája finoman szemcsés szerkezetű. A csillószőrök alatt egy sötétebb festődésű és erősebben szemcsés cytoplasmahalmaz tűnik szembe, mely oldalt többé-kevésbbé éles, a mag felé összehajló szélekkel határolódik el. Hogy e halmaznak közeli vonatkozása van a csillószőrökhöz, az abból derül ki, hogy oldalt e halmaz a belső sejtfelszín csillószőröktől fedett területének határait sohasem lépi át, oldalsó széle egyenes folytatása a legfelsőbb csillószőrnek. A sejt belseje felé a terület egészen a magig terjeszkedik ki, sőt rendszerint a mag csúcsa már belényomul e

sötét protoplasmahalmazba. De hogy a maghoz lényeges vonatkozása nincs, azt abból következtethetjük, hogy ama ritka esetekben, mikor a mag valamivel mélyebben fekszik, a sötét terület a magot el sem éri, hanem már felette legömbölyödött széllal végződik. Ha azt kérdezzük, hogy mi tulajdonképen a protoplasma e tömörülése, első sorban is arra kell gondolnunk, hogy analog viszonyokkal van itt dolgunk, mint a tavi kagyló csillószőrös bélhámsejtjeiben, hol EBERTH (1866) vizsgálatai óta tudjuk, hogy a csillószőrök alatt egy kúp alakú, durva fibrillumokból álló terület emelkedik ki a cytoplasmából. Ki kell azonban emelnem, hogy a mellékhere csillószőrös hámsejtjeinek e protoplasmahalmazán fibrilláris szerkezetet sohasem vehettem észre; mint említém, e terület szemcsés szerkezetű.

Közlésem sarkpontjához érek, felvetve a kérdést: hol vannak már most a csillósejtben a centrosomák? Készítményeimen a csillósejtek tözsomszédságában fekvő közönséges hengerhámsejtben a centrosomák kitünően festődtek, két apró, a felszín közelében fekvő szemcse alakjában. Tekintve azt, hogy voltaképen a csillósejtek is csak olyan hámsejtek, mint a szomszédos hengersejtek, alig vehető fel, hogy a centrosoma benne a vashæmatoxylinnek ellenállana. Átvizsgálva azonban a csillósejtek protoplasmáját a házi nyúl és patkány mellékheréjében, benne hiába keresünk centrosoma alakú képleteket. A sejtben, eltekintve a mag alkotó részeitől s a basalis testecskéktől, nincs vashæmatoxylinnal feketére festődő képlet. Százával vizsgáltam át a csillósejteket a legsikerültebb készítményeken, abban a reményben, hogy a centrosomát kis szemcsepár alakjában megtelelem valahol a mag közelében, de hiába!

E negativ lelet alapján támadt bennem az a nézet, mely közlésem főeredménye, s melyet röviden következőkép foglalhatok össze:

A csillószőrös sejtek centrosomái valószínűleg a basalis testecskékkel azonosak. Minél tovább foglalkoztam e tárggyal, annál meggyerőbb színben tűnt fel előttem e nézet. Távolság áll tőlem, e felfogást biztos ténynek kijelenteni, csak hypothesisként állítom fel, de arról talán sikerülend az olvasót meggyőznöm, hogy helyessége mellett nyomatékos érvek szólnak. Még rövid idővel

ezelőtt e felfogás aligha számíthatott volna elismerésre, de most, mikor tudjuk, hogy a hámsejtekben a centrosomák úgylátszik csaknem mindenütt egészen a sejt felszínén vagy közelében fekszenek, hypothesisemet bátrabban bocsáthatom világgá. Felfogásomat aligha lesz könnyű megdönteni, mert vegyük azt az esetet, hogy sikerülend egy vagy más csillósejtben a protoplasmában egyebütt valódi centrosomákat kimutatni, úgy ezzel az a lehetőség még mindig nincs kizárva, hogy a basalis testecskék a centrosomák származékai. Egészen biztos ténynyé hypothesisem akkor lesz, ha majd sikerül a basalis testecskék fejlődését követve direkt bebizonyítani, hogy a testecskék a még csillószőrök híján lévő hámsejt centrosomáinak szaporodásából vagy az oszló sejt orsójának csúcsán fekvő két testecskéből keletkeznek.

E bizonyítékkal egyelőre még adós kell hogy maradjak, de reménylem, hogy további vizsgálataim folyamán észleleteim e hiányát kipótolhatom.

Ama nézet mellett, hogy a basalis testecskék nem egyebek, mint a csillósejt centrosomái, a következő érvek szólnak.

1. Míg a szomszédos hengerhámsejtek centrosomái csaknem kivétel nélkül élénken színeződnek és ez által tanúságot tesznek arról, hogy a vashæmatoxylin festés a készítményen sikerült, a közéjük ágyazott csillószőrös sejtekben a basalis testecskéken kívül egyéb, vashæmatoxylinnal feketére festődő szemcse, tehát másféle «centrosoma» nincs. Nagy valószínűséggel állíthatjuk tehát, hogy vagy egyáltalában nincs a csillósejteknek centrosomájuk, vagy a basalis testek teszik a centrosomákat.

2. A basalis testecskék helyzetükre nézve tökéletesen meg-egyeznek a hengersejtek centrosomáival.

3. A basalis testecskék nemcsak a mellékhere csillósejtjein, hanem valamennyi csillósejtben, a melyet alkalmam volt a vashæmatoxylin módszerrel közelebbről megvizsgálni, a centrosomára jellemző színreactiót mutatják, t. i. vashæmatoxylinnal sötét feketére festődnek.

4. A festetlen készítményen erős fénytörésük által tűnnek ki, ép úgy mint azt némely centrosománál találjuk. Ilyenek pl. a salpák bizonyos hámsejtjeinek centrosomái, a melyek BALLOWITZ (1897) tanúsága szerint «kicsiny voltak daczára, fényes sötét

szemcsék alakjában rendkívül élesen, környezetüktől igen világosan elhatárolódva emelkednek ki».

5. Felfogásom legmeggyőzőbb bizonyítékait ama tények teszik, a melyeket az ondószálak alkotására és fejlődésére nézve emlősökön, amphibiákon és puhányokon az utóbbi időben megállapítani sikerült. Hogy az ondószálak és a csillósejtek analog képletek, azt felesleges bizonyítanom. Tudjuk már most, hogy a spermatozonokban a farkfonál, mely csillószőr gyanánt fogható fel, a centrosomából nő ki s később is a centrosomával függ össze, épúgy mint a csillószőr a basalis testecskeével. Összehasonlítva az ondószálat a csillószőrű sejtrel, két eltérést állapíthatunk meg közöttük, eltekintve az itt számba nem jövő egyéb, a magra stb. vonatkozó különbségektől. 1. Az ondószál véggombocskája két szemcséből áll, míg minden basalis testecske csak egyszerű képlet. Megjegyzem, hogy tekintettel ez eltérésre, a basalis testecskéket alapos vizsgálat alá vettem az irányban, vajjon nem látni-e rajtuk nyomát annak, hogy két részből vannak összetéve; az eredmény azonban negatív volt. Ez a különbség azonban lényegtelen. Még lényegtelenebb a 2. eltérés, t. i. az, hogy a basalis testecskék a sejt felszíne közelében fekszenek, míg a véggombocska az érett ondószálban a maggal áll összeköttetésben. Ez eltérésnek annál kevésbbé tulajdoníthatunk jelentőséget, mert tudjuk, hogy a fejlődés első stadiumában a spermatida centrosomái szintén a sejt felszínén fekszenek. Gondoljuk el, hogy a spermatidák a fejlődés e fokán megállapodnak, képzeljük még hozzá, hogy a két kis centrosomából szaporodás útján a szemcsék egy sora lett s hogy valamennyi szemcséből az anyacentrosoma mintájára egy-egy fonál nőtt ki, s megvan a csillósejt. Az ondószálban a centrosomák azért vándorolnak a sejt mélyébe s azért tapadnak a maghoz, mert a sejtben rendkívül kevés a cytoplasma, s így a farkfonál, mely a centrosomákból kiinduló ingerek következtében erős lengéseket végez, csak a magban találhatja meg a szükséges támasztó pontot; a csillószőrös sejtekben ellenben e mechanikai feladatot a sejtplasma tömörebb felszínes rétege teljesíti.

6. A kifejtettem nézet helyességét szépen támogatják amaz észleletek, melyeket ERLANGER közölt nem rég (1897) a paludina vivipara ondószálainak fejlődéséről. A paludinának az a külö-

nössége van, hogy ondójában kétféle ondószálalakot találunk: egy hajszálalakút meg egy féregalakút. A féregalakú fajta hosszúkás sejt, mely harántcsikolatot mutat s melyről nem tudjuk még biztosan, vajjon van-e magja (AUERBACH 1896) vagy nincs (ERLANGER 1897). E sejtalak rendkívül emlékeztet a közönséges csillószőrös sejtekre, a mennyiben egy szál farkfonál helyett egész pamat csillószőrrel van ellátva. Az analógiát még növeli az, hogy ERLANGER tanúsága szerint a sejt ama felszínén, a hol a csillószőrök tapadnak, egy erősen fénytörő s élesen festődő lemez fekszik. E lemez nyilván nem egyéb, mint összessége a kis basalis testecskének, a melyek a szóban forgó sejtalakban valószínűleg rendkívül aprók. ERLANGER e különös sejtek fejlődését tanulmányozva, ama nevezetes eredményre jutott, hogy az említett lemez direkt a spermatidák centrosomáiból keletkezik, sőt nem egyéb, mint modificatioja a centrosomáknak s mint ilyen a közönséges ondószálak «véggomboeská»-jának felel meg. Hogy e meglepő eredmény mily hathatósan támogatja nézetünket, azt szükségtelen bővebben kifejtenem.

Idősebb házinyúl ébrény mellékheréjét vizsgálva feltűnik, hogy az egész szervben nyoma sincs a csillósejtnek; a hámot mindenütt csak közönséges hengersejtek alkotják. Már az újszülött állatban megtaláljuk a csillósejteket. A terhesség vége tehát az az idő, melyben a csillószőrök fejlődése kell, hogy lejártszódjék. E folyamatot direkt észlelni eddigelé nem volt alkalmam; a priori azonban a következő felfogást alkothatjuk magunknak felőle. A sejtek egy részében a sejt felszínén fekvő két kis centrosoma élénk szaporodásnak indul, míg végre az egész szabad felszín megrakodik centrosomákkal, leszámítva a sejt legszélsőbb részét. E centrosomákból egy-egy mozgékony protoplasma nyújtvány nő ki, ép úgy mint a hogy kinő a farkfonál a spermatida centrosomáiból; e fonalak összessége teszi azután a sejt csillószőrpamatját. Sem az ondószálban, sem a csillósejtben a csillószőrök mozgásai nem automatikusak, hanem következményei amaz ingereknek, a melyek a csillószőrökre a kis dinamikai organumból, a centrosomából áramlanak ki.

Igen valószínű, hogy a csillósejtek basalis testecskéinek nemcsak az ébrényi korban van meg az a képességük, hogy csilló-

szőröket fejleszthetnek, hanem később is. VAN DER STRICHT (1893). HERMANN (1894), DISSELHORST (1897) és HAMMAR (1897) vizsgálataiból tudjuk, hogy a mellékhere hámjának mirigyszerű működése van, s e működésben részük van úgy a hengersejteknek mint a csillósejteknek. Ez észleleteket rágcásálókra nézve annyiban megerősíthetem, hogy a mellékhere hámjában gyakran láttam mindkét sejttalak képviselőit megrakva szemcsékkel, melyek vas-haematoxylinnel erősen festődnek és nyilván nem egyebek, mint a sejtek váladékai. E váladék a sejtből kiküszöböltetik s ilyenkor a csillószőrök valószínűleg tönkre mennek. HAMMAR azt állítja azonban, hogy a sejt váladékát kiküszöbölve, csillószőreit ismét visszanyerheti. A csillószőrök ez újból való képződését felfogásunk értelmében csak úgy képzelhetjük el, hogy a basalis testecskek, azaz a centrosomák közül egynéhány mégis visszamarad a sejtben s kiindulási pontjává lesz azután az új csillószőrök fejlődésének.

Ha azonban a csillósejtek centrosomái valamennyien a csillószőrök basalis testeinek alakjában vannak lefoglalva, úgy kérdés, mikép viselkedik a csillósejt a mitosis alkalmával? Ez érdekes kérdést megoldandó, készítményeimet alaposan átvizsgáltam a mitosisokra nézve, de csillósejten az oszlás jelenségeit sohasem volt alkalmam észlelni. HAMMAR azonban azt közli, hogy látott mitosisban lévő csillósejteket. Kár, hogy észleletéről nem nyújt rajzot; e rajz alapján talán eldönthetnők azt a kérdést, vajjon melyik lehetőség felel meg a tényálladéknak: vajjon elveszti-e a sejt a mitosis alkalmával csillószőreit és basalis testecskeit ama két testecske kivételével, mely mint «corpuscules polaires» az orsó csúcsaira helyezkedik, vagy megmarad-e valamennyi csillószőr ama kettőn kívül, mely az orsó csúcstestecskeivé lesz? HAMMAR ama megjegyzése, hogy «a sejt szabad felszínén a csillószőrök kimutathatók a sejtoszlásban is», az utóbbi felvétel mellett szól. HAMMAR ez állítása azonban ellenkezik FLEMMING régibb észleleteivel.

★

Vizsgálataimat kiterjesztettem egyéb csillóhámokra is, bár eleve valószínűnek látszott, hogy a felvetett kérdésre nézve alig nyerendek világosabb képeket, mint a mellékhere csilló-

hámján. Hiszen egyebütt éppen az hiányzik, a mi a mellékhere hámját a csillószőrök centrosomája kérdésének megoldására oly rendkívül alkalmassá teszi: a csillószőrös és egyszerű hengeres sejtek váltakozó elrendeződése. De fennforgott a lehetőség, hogy egyik vagy másik csillósejtben a basalis testecskék mellett sikerülend még a centrosomák közönséges alakját is fellelnem; e lelet hypothesisemnek ugyan nem lett volna egyszerűen a megölő betűje, de bizonyára ajánlatul sem szolgált volna neki. Nos, e tekintetben mindjárt ki kell emelnem, hogy ilyféle centrosomákat a vashæmatoxylin módszer segélyével a megvizsgált csillóhámok egyikénél sem volt alkalmam észlelni, míg a basalis testecskék mindenütt erős fekete festődésük által tűntek szembe, s e negatív leletben látom főeredményét vizsgálataim e második részének.

A *légutak csillóhámjáról*, melyet a házinyúlön vizsgáltam meg, sok mondani valóm nincs. A basalis testecskék kivált a kisebb hörgők hámjában egyenként szépen követhetők; rendszerint körülbelől 13 fekszik a sejt egy merőleges átmetszetén egymás mellett; összefüggésük a csillószőrökkel rendkívül kézzelfoghatólag tűnik elő. Cuticula-féle képződmény a sejtet itt sem fedi, hasonlóképp hiányzik itt ama sötét protoplasma terület is a szabad felszín és a mag között, melyet a mellékhere csillósejtjein láttunk; sőt ama merőleges csikolatot is, a melyet ENGELMANN (1880) a házinyúl légesövének csillósejtjein észlelt, hiába kerestem. A házinyúl *méhkürtjének* csillósejtjeiben a basalis testecskék valamivel kisebbek, s zsufoltabban is állanak, mint a légutak hámjában.

A csillóhámnak kivált didaktikai czélokra gyakran használt alakja a *béka garatjának hámborítéka*. A basalis testecskék itt is aránylag apróknak, kivált alacsonyaknak nevezhetők, bár a csillószőrök maguk a durvábbak közé tartoznak. A testecskék oly sűrűen állanak egymás mellett, hogy összeségük a legtöbb festésnél, sőt gyakran a vashæmatoxylin festésnél is egyöntetű, erős festődésű szegély benyomását teszi. Tulajdonképeni cuticula azonban itt sincs jelen. E csillóhámnak az a körülmény kölcsönöz különös érdeket, hogy sejtjei nagy részét rendesen mucinoid elváltozásban találjuk. Figyelemmel vizsgálva a sejteket, rajtuk a nyálkaképződés valamennyi stadiumát fellelhetjük, ama stadiumtól, mikor csak néhány mucinszemcse van jelen a sejtben, egészen amaz álla-

potig, mikor a sejt testét fel a csillószőrökig vagy helyesebben a basalis testecskékből álló szegélyig úgyszólván egy nagy nyálkacsepp tölti ki. Az ezt követő stadiumban a nyálkagolyó utat tör magának kifelé s ilyenkor a sejt egy közönséges nyílt kehelysejt kinézését veszi fel. Készítményeimen hiába iparkodtam annak a nyomára jönni, vajjon tönkremegy-e ilyenkor a sejt, vagy új cytoplasmára téve szert s újból kinyújtva csillószőreit, ismét normális csillósejtté regenerálódik. Érdekes és fontos jelenség, hogy a csillósejt még működhetik ama stadiumban is, mikor protoplasmáját csaknem egészen egy nyálkatömeg helyettesíti. Hasonló észleletekről tesz már FRENZEL (1886) említést. «Néhány kagyló és opisthobranchius u. n. májában — úgymond — sikerült néha csillósejteket látnom, a melyeket majdnem egészen egy élesen elhatárolt, nagy, secretumból álló hólyag töltött ki, olyannyira, hogy a sejtből csak legfelül maradt egy egészen keskeny szegély szabadon.» . . . «S mégis a csillószőrök élénken mozogtak.»

Ez észleletek a csillósejt működésének analysisére rendkívül fontosak; per exclusionem következtethetjük belőlük, hogy mi voltaképen a csillómozgás leglényegesebb tényezője. Magában a csillószőrben, mint a hogy STEIN (1859) és BALLOWITZ (1890) felveszik, nem feküdhetik a mozgás oka, mert NUSSBAUM (1877) szavait idézve, «valamennyi szerző arról tanuskodik, hogy izolált csillószőrök sohasem mozognak többé»; de a közölt tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a protoplasma sem lehet kútforrása a csillómozgás erőinek, s így figyelmünk kell, hogy a basalis testecskékre irányuljon. E testecskék teszik a csillómozgás leglényegesebb tényezőjét, azt, a mi a csilló mozgásra legelkerülhetetlenebbül szükséges; bennük rejlenek amaz erők, a melyek a testecskék nyújtványaira, a csillószőrökre kihatva, ezeket ostorszerű lengésekre készítetik. A cytoplasma a csillómozgásra nézve csak annyiban fontos, a mennyiben a centrosomák rendes táplálkozását közvetíti; hosszabb ideig a csillómozgás a cytoplasma híján bizonyára nem állhat fenn. A sejt teste a csillókészüléknek úgyszólván csak tápláló organuma; a tulajdonképeni csillóapparatus csak két részből áll: a centrosomákból s nyújtványaikból, a csillószőrökből.

Ösmerve azt a nagy szerepet, a melyet a csillószőrökről szóló irodalomban az édes vízi kagyló (anodonta) csillóhámjai játszanak, mulasztást követtem volna el, ha vizsgálataimat e könnyen megszerezhető anyagra ki nem terjesztettem volna. ENGELMANN ismert vizsgálatai óta (1880) kivált az anodonta belének csillóhámja szerepel a csillószőrök és csillómozgás vizsgálatának classikus objectuma gyanánt; érthető tehát, hogy én is figyelmeimet első sorban erre irányítottam, bár nem mulasztottam el a csápok és a kopoltyúk csillósejtjeit is megvizsgálni. Feltűnő, hogy a bél hámjának különböző, egymáshoz egész közel fekvő területein a csillósejtek mily eltérő kinézésűek; a különbség a sejt nagyságára és alakjára, a csillószőrök hosszúságára és kivált a belső szerkezetre vonatkozik. Összehasonlítva egyéb csillósejtekkel, a szóban forgó sejtek főképp ama tulajdonságuk által foglalnak el külön helyet, hogy testükben a bélhám egyes szakaszain rendkívül élesen kifejezett fibrilláris rajzolatot találunk, kivált a szabad felszín s a mag közötti területen.

A sejt belső, szabad felszíne, mely alatt közvetlenül a basalis testecskéket találjuk, itt nem fekszik, mint az eddig tárgyalt csillósejtekben, szabadon, hanem egy meglehetősen vastag (1 μ . magasságú) egynemű kinézésű cuticulától van fedve. A csillószőrök e cuticula alatt erednek s így természetes, hogy át kell fúrniok a cuticulát. Teljesen igazat kell adnunk ama bűvároknak, kik mint pl. MARCHI (1866) a cuticulát szítaszerűen átlukgatott lemeznek írják le. ENGELMANN (1880) és FRENTZEL (1886) ama nézete, hogy cuticula voltaképen nem is létezik, hanem az, a mit annak neveznek, csak a csillószőrök megvastagodott tövi részleteinek mozaikszerű összetömörüléséből áll elő, határozottan téves. Sikerült készítményeken, erős nagyításokat véve igénybe, tisztán látható, hogy a cuticula kifelé összefüggő, éles vonallal határolódik el, s hogy a csillószőrök korántsem teszik ki az egész cuticulát, hanem finom fonalak képében egymástól mindig bizonyos távolságban, egyforma közökben haladnak át rajta. Igen jellemző még az is, hogy a cuticula az eosin- vagy erythrosinfestéssel igen élénken, rózsaszínű szegély alakjában festődik, míg a sejt-plasma csak nyomát veszi fel a festésnek, a csillószőrök pedig a cuticula felett egyáltalában nem színeződnek. Észleleteim a cuticulát ille-

töleg tehát megegyeznek a tavi kagyló két legujabb vizsgálójának, SCHIEFFERDECKERnek (1891) és APÁTHYNak (1897) tapasztalataival. FRENTZEL (1886) tévesen az hiszi, hogy a basalis testecskék magában a cuticulában fekszenek, holott határozottan alatta találjuk. Hogy a cuticula voltaképen már nem tartozik a sejt testéhez, hanem csak kívülről fekszik hozzá, az abból világlik ki, hogy a záróléczek, melyek harántmetszetei fekete golyók alakjában tűnnek elő, nem a cuticula színvonalán, hanem alatta, a cytoplasma szabad szélének magasságában fekszenek. E záróléczek harántmetszetét, APÁTHY is látta már, de tulajdonképeni jelentőségüket nem emeli ki; a szálacska, melyet APÁTHY a zárólécz nyúlványa gyanánt ír le, nem egyéb, mint a sejtek közti határvonalnak a cuticulák közé folytatódó részlete.

A csillószőrök tövén észlelhető finomabb viszonyokat illetőleg észleleteim lényegesen eltérnek ENGELMANN, FRENTZEL és APÁTHY észleleteitől s inkább amaz egyszerűbb leírással egyeznek meg, melyet SCHIEFFERDECKERnél találunk. Nézetem szerint az említett szerzők a viszonyokat bonyolódottabb színben tüntetik fel, mint a milyenek. ENGELMANN és FRENTZEL vizsgálataival szemben saját észleleteim annyiban érdemelnek több hitelt, a mennyiben modernebb és tökéletesebb technikán alapulnak. FRENTZEL csakis friss készítményeken, minden kezelés nélkül vizsgálta a csillósejteket, ENGELMANN izolált készítményeken. A dolog azonban itt sem áll másképen, mint a finomabb cytologiai kutatás egyéb problémáinál: ilyféle a sejt belső legfinomabb alkotását illető kérdéseket hiába igyekszünk az osztatlan, egész sejten megoldani; szerkezetének titkait a sejt csak finom átmetszeten, s a legtökéletesebb festések mellett tárja fel. Az ENGELMANNtól alkalmazott festések messze elmaradnak a vashæmatoxylin-festés mögött, mely az által, hogy minden szálacskát és a cytoplasmában minden fonalat sötétszürke színben tüntet elő, a csillósejtek vizsgálatának elsőrangú módszere.

Saját észleleteim, mint mondtam, egyszerű viszonyokról tesznek tanuságot. Szorosan a cuticula alatt ott találjuk az ismert basalis testecskéket, melyek vashæmatoxylinnel itt is feketére festődnek s rendkívül szabályosan egy síkban s tengelyeikkel párhuzamosan állanak. Kissé hosszúkas alakuak, kb. $\frac{1}{2}$ μ . hosszúak,

végeiken legömbölyödöttek, számuk a sejt merőleges átmetszetén 10—12-öt, a sejtet lapjáról tekintve 90—100-at tesz ki. Minden basalis testecskével egy-egy csillószőr függ össze; szinte érthetetlen, hogy miként tagadhatja egy újabb szerző ez összefüggést, melyet mint kézzelfogható tényt EIMER (1877), NUSSBAUM (1877) és ENGELMANN (1880) vizsgálatai óta senki kétségbe nem vont. A csillószőröknek a cuticulán áthaladó darabja, összehasonlítva szabadon álló részletükkel, kissé vastagabb; a cuticula szélén a csillószál nem egyszer képez még külön kis megvastagodást. Nyilván e duzzanat az, a mit ENGELMANN «bulbus»-nak nevez. E «bulbus»-t nem ösmerhetem el állandó képződménynek s ki kell emelnem, hogy ha jelen is van, nincs élesen elhatárolva a csillószál gyöki része felé. A basalis testecskével parányi volt áttekintve össze sem hasonlítható s vele már csak azért sem vonható párhuzamba, mert nem festődven másképen, mint a csillószőr egyéb részei, nem bizonyul egyébnek, mint a csillószőr egy kis lokális duzzanatának.

ENGELMANN az olvasóban e duzzanatról helytelen felfogást kelt, midőn ugyanazon a hangon szól róla, mint a basalis testecskéről, melyet «Fussstück»-nek nevez. Hogy a kettő között a különbség mily lényeges, azt teljes valójában csak a vashæmatoxylin készítmények tanúsítják. Míg a basalis testecske felette fontos, önálló alkotórésze a csillókészüléknek, addig a «bulbus» csak jelentéktelen, a cuticula képződésével összefüggő jelenség. FRENTZEL értekezéséből és kivált a hozzá csatolt ábrákból látjuk, hogy mily ingatag s változékony jelenséget képeznek e kis intracuticularis duzzanatai a csillószőrnek a különféle puhányoknál és rovaroknál. Egy helyett kettő, sőt három is lehet jelen (lásd pl. Frentzel értekezésében a VIII. ábra 11. rajzát, mely a *Littorina* gyomorhámját ábrázolja); de soha nyomukat sem látjuk ott, hol a cuticula hiányzik. Gerinczes állatoknál, hol cuticulát nem találunk, hiányzanak e duzzاناتok; de hiányozhatnak gerinczteleneknek is. Tekintsük pl. Frentzel 18. ábráját, mely a *Tenthredo salicis*, egy rovar álczájának egy bélhámsejtjét érzékíti. E szép rajz úgyszólván a csillósejt prototypójának nevezhető; mintha csak azért alkotta volna a természet e sejtet, hogy megmutassa, mi voltaképpen a lényeges a csillósejtben. A rendkívül nagy sejt szabad fel-

szinén, akár csak egy csillós infusoriumon, a csillószőrök nagy tömege indul ki; a rajzon több százat számítottam. Mindegyik csillószál egy-egy kis basalis testecske révén tapad a sejten. Hiányzik minden cuticula s a csillószál tövi részén minden duzzanatot; a csillókészüléknek csak a két lényeges alkotórésze van meg: a basalis test meg a csillószál.

A vashæmatoxylin eljárás, mint említém, kiválóan alkalmas amaz EBERTH-től felfedezett fibrilláris differenciálódások feltüntetésére, a melyek az anodonta belsejtjeinek oly különös érdeket kölcsönöznek. Ez intracellularis fonalak sikerült készítményeken sötét szürke, sőt néha egészen fekete színben jelennek meg. A hám ama helyein, melyek e structurák tanulmányozására legalkalmasabbak, azt látjuk, hogy a sejt szabad felszíne felől befelé erős fonalak húzódnak, összefutó elrendeződésben. Legélénkebben festődnek, de legvastagabbak is e fonalak közvetlenül a szabad felszín alatt; innen a mag felé mindinkább elhalványodnak, elmosódnak.

Haladásuk oly egyenes, mintha vonalzóval volnának húzva; kissé különböző vastagságuk, néha meglehetősen simák, máskor azonban varicosusaknak nevezhetők, sőt néha mintha szemcsékből volnának összetéve. Összeségük hosszúkás kúpalakot képez, mely a sejt felső részében symmetriásan van elhelyezve, a melynek azonban készítményeimen hiányzik a csúcsa, a mennyiben a fonalak elmosódnak, mielőtt egymást elérték volna. ENGELMANN és APÁTHY ama felfedezéséhez, hogy a fibrillumok helyenként egyesülve egyetlen vastagabb fonalba folytatódnak, mely hullámzatos lefutással, megkerülve a magot, a sejt alapjáig követhető, vizsgálataim alapján nem szólhatok hozzá, mert én is csak azt mondhatom, a mit SCHIEFERDECKER mond, hogy «valamennyi esetben, a melyet eddig láttam, a csikolat már a mag fölött végződött». Távol legyen azonban tőlem, ENGELMANN és APÁTHY észleletének helyességét kétségbe vonni; de annyit talán szabad állitanom, hogy ez a fonál a sejteknek csak egy részében jelenik meg. Metszeteim nyilván a bélnek nem ama részletéből készültek, a hol az a fonál jelen van. Mert ha megvolna mindenütt, aligha kerülte volna el figyelmemet. Legyen szabad még arra is figyelmeztetnem, hogy a legtöbb sejtben a mag a sejt basa-

lis részét haránt irányban tökéletesen kitölti, úgy hogy el sem képzelhetnők, hogy a fonál hol vonulhatna el a mag mellett.

A fibrillumokból álló kúp rendkívül feltűnő jelenség a vas-haematoxylin készítményeken s kétely az iránt nem merülhet fel, hogy ama fekete vonalak igazi, elhatárolt, szilárd fonalaknak felelnek meg s nem csak a granulumok egy sorba elhelyezett sorának, mint a milyeneknek GAULE (1881) írja le az *Aricia foetida* csillósejtjein. Készítményeim alapján tökéletesen értem azt, hogy NUSSBAUMNAK és ENGELMANNNAK sikerült e fonalakat úgy szálanként, mint összességökben mechanikai módon izolálni. Mind-egyik fibrillum a sejt felső széle alatt, egy-egy basalis testecskevel függ össze; ez összefüggés kézzelfogható tény. A fibrillumok a basalis testecskékkel és a csillószőrökkel együtt bizonyos tekintetben egy egységet képeznek, a mit ENGELMANN mutatott ki legmeggyőzőbben azáltal, hogy a három képletet összefüggő fonál alakjában tudta izolálni. De már ENGELMANN figyelmeztet arra, hogy ez összefüggés tényét nem szabad ama felfogássá kibővítenünk, hogy a három képlet lényegileg egyöntetű, egynemű testet képez. Három eltérő jelentőségű, különböző festődésű és fénytörésű, a polarizált fénnnyel szemben különbözőkép viselkedő (ENGELMANN, APÁTHY) képződmény egyesül itt direkt összefüggésben: a középben a centrosoma, a «punctum saliens», melylyel felül egy belőle származó képződmény, a csillószőr, s alul a cytoplasmának egy fonalszerű differenciálódása függ össze.

Mi már most a céljuk e feltűnő fibrillumoknak? Számoljunk legegőbb is avval a lehetőséggel, a melyet már EIMER állított fel 1877-ben, hogy t. i. e fonalak intracellularis idegvégződések. E nézet ellen már ENGELMANN felszólalt 1880-ban, de ujabban ismét szószólója akadt APÁTHYBAN, ki e fonalakat «neurofibrillum»-oknak tartja. Alig hiszem azonban, hogy APÁTHY megmaradhatna e felfogása mellett, melyet egyébként csak hypothesisként állított fel, hisz hathatós érvek szólnak ellene. Vegyük pl. csak azt a tényt, hogy e fibrillumok minden sejten, a hol jelen vannak, közvetlenül a cuticula alatt legerősebbek, s innen a mag felé mindinkább gyengülnek, holott, ha idegvégék volnának, a sejt basisa, vagy legalább oldalai felől lépve be a sejtbe, alulról felfelé kellene gyengülniök. Érthetetlen tény volna az is, hogy miért

van a csillósejteknek csak oly kis töredéke e neurofibrillumokkal ellátva. Valamennyi újabb szerző, APÁTHYN kívül, egyetért arra nézve, hogy nem forog itt más fenn, mint a sejt protoplasmájának oly fibrilláris differenciálódása, mint a milyen számos egyéb hám-, mirigy- és másféle sejtalakban is előfordul.

Több szerző felvetette már azt a kérdést: nincs-e e fibrillumoknak itt külön functiójuk? Az a tény, hogy minden fibrillum egy-egy basalis testecskével s ennek útján egy-egy csillószőrrel függ össze, első pillanatra arra látszik utalni, hogy e fonalaknak bizonyos működésbeli vonatkozásuk van a csillószőrök mozgásához. Ez álláspontra helyezkedett pl. NUSSBAUM, ki e fibrillumoknak nagy physiologiai jelentőséget tulajdonít. Felfogása oda irányul, hogy a csillószőrök mozgásait egyenesen a fibrillumok összehúzódása okozza. Persze meggyőző érveléssel NUSSBAUM e felfogását nem támogathatja; ez összehúzódnást sem ő, sem előtte, sem utána senki nem látta. NUSSBAUM ENGELMANN tekintélyére hivatkozik, de tévesen, mert ENGELMANN sietett kijelenteni, hogy soha ily értelemben nem nyilatkozott s NUSSBAUM az ő szavait nyilván félreértette.

A fonalak a csillómozgás mechanizmusának semmikép sem lehetnek fontos tényezői, mert hiányzanak a legtöbb csillósejtben, Ugyanez a tény dönti meg ENGELMANN ama nézetét is, hogy e fonalak «a csillószőrök táplálkozására, vagy talán különösen növekedésükre s újjaképződésükre nézve birnak specifikus jelentőséggel». Ha a dolog csakugyan így állana, akkor a fibrillumoknak nem szabadna hiányzaniok egy csillósejtben sem. Egyébként meg kell jegyeznem, hogy nehéz is volna elképzelnünk, hogy mikép segítenék elő e fonalak a csillószőrök táplálkozását?

Mint láttuk, a fonalak egyrészt a csillósejtek többségében hiányzanak, de másrészt a csillósejtekre nézve nem is jellemzők, mert, mint kivált FRENTZEL kiemeli, sok egyéb egyszerű, nem csillószőrös hámsejtben is megvannak, s néha ép ilyen alakban. Levonva tehát a mondottakból a következtetést, e fibrillumokat a csillósejt jelentéktelen képződményeinek kell tartanunk s azt hiszem, hogy helyesebben cselekszünk ezentúl, ha a csillószőrök tárgyalásánál tankönyvekben s az előadásban e sejt fajta prototípusa gyanánt nem az anodonta bélsejtjeit használjuk fel,

hanem egyéb csillósejteket. Kérdéses, hogy a fibrilláris szerkezettel e sejtek nem inkább belsejt minőségükben vannak-e ellátva. E lehetőségre azért kell gondolnunk, mert hasonló structurákat leggyakrabban a bélhámsejtekben, nevezetesen a puhányok, férgek és izlábuak bélhámjában találunk.

★

A közölt észleletek tehát, kapcsolatban az ondószálak fejlődésének viszonyaival, azt tanúsítják, hogy a centrosoma fontos dinamikai organuma a sejtnak. A centrosomában halmozódik fel, bizonyos ismeretlen molekuláris szerkezet alapján az az energia, mely a sejt testére s fonalszerű nyúlványaira kihatva, bennük a mozgás tüneteményeit hozza létre: a mitosis jelenségeit, az amœboid s a csillómozgást. Joggal nevezhetjük a centrosomát a sejt dinamikai középpontjának.

IRODALOM.

- APÁTHY, ST., Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mittheil. aus d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. 12, S. 495. 1897.
- AUERBACH, L., Untersuchungen über die Spermatogenese von *Paludina vivipara*. Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. Bd. 30, 1896.
- BALLOWITZ, E., Fibrilläre Struktur und Contraktilität. Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. 46, S. 433. 1890.
- Ueber Sichtbarkeit und Aussehen der ungefärbten Centrosomen in ruhenden Gewebszellen. Zeitschrift f. wissenschaftl. Mikroskopie. Bd. 14, S. 355. 1897.
- BARDELEBEN, K. v., Die Zwischenzellen des Säugethierhodens. Anatom. Anzeiger. Bd. 13, 1897.
- Beiträge zur Histologie des Hodens und zur Spermatogenese beim Menschen. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Anat. Abth. Supplementband. 1897.
- BENDA, C., Die neuesten Publikationen auf dem Gebiete der Samenlehre. Internat. Centralbl. f. die Physiologie u. Pathologie der Harn- u. Sexualorgane. Bd. 1. S. 28. 1890.
- BENEDEN, E. Van, Recherches sur les Dicyémides. Bruxelles, 1876.

- et NEYT, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride mégalocephale. Bull. Acad. Belg. I. 14, 1887.
- BOVERI, TH., Zellen-Studien. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften. Bd. 22, 1888.
- Ueber das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigleies, nebst allgemeinen Bemerkungen über Centrosomen und Verwandtes. Verhandl. der physik.-mediz. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. Bd. 29, 1895.
- BRAUER, A., Die Spermatogenese von *Ascaris megalocephala*. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 42, 1893.
- BÜRGER, O., Was sind die Attractionssphären und ihre Centrankörper? Anatomischer Anzeiger. Jahrg. 1892.
- BÜTSCHLI, O., Ueber die Bewegung der Diatomeen. Verhandlungen des Naturhist. Vereins, Heidelberg. Bd. 4, 1892.
- CARNOY, J. B. et LEBRUN, H., La fécondation chez l'*Ascaris megalocephala*. La Cellule. T. 13, 1897.
- CARNOY, J. B., À propos de fécondation. La Cellule. T. XIV, 1898.
- COHN, TH., Ueber Intercellularbrücken und Kittsubstanz. Anatomische Hefte, herausgeg. von Bonnet und Merkel. Bd. 5, 1894.
- DEHLER, A., Der feinere Bau der sympathischen Ganglienzelle. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 46, 1895.
- DISSELHORST, R., Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Wirbelthiere. S. 232. Wiesbaden, 1897.
- DRÜNER, L., Studien über den Mechanismus der Zelltheilung. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. Bd. 29, 1894.
- EBERTH, J., Zur Kenntniss des feineren Baues der Flimmerepithelien. Virchow's Archiv. Bd. 35, S. 477. 1866.
- EIMER, TH., Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns, nebst Bemerkungen über Wimperepithelien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 14, S. 94. 1877.
- EISMOND, J., Einige Beiträge zur Kenntniss der Attractionssphären und der Centrosomen. Anat. Anzeiger. Bd. 10, 1894.
- ENGELMANN, T. W., Zur Anatomie u. Physiologie der Flimmerzellen. Pflüger's Archiv. Bd. 23, S. 505. 1880.
- ERLANGER, R. v., Bemerkungen über die wurmförmigen Spermatozoen von *Paludina vivipara*. Anatom. Anzeiger. Bd. 14, S. 164. 1897.
- Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Theilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden. Biolog. Centralbl. Bd. 17, 1897.
- Beiträge zur Kenntniss d. Struktur d. Protoplasmas, der karyokine-

- tischen Spindel und des Centrosoma. Archiv. f. mikrosk. Anat. Bd. 49, S. 309. 1897.
- De la provenance du corpuscule central (centrosome) dans la fécondation. Archives d'anat. microscopique. T. I, p. 340. 1897.
- FARMER, B., On nuclear Division of Pollen-Mother-Cells of *Lilium Martagon*. Annals of Botany. Vol. 7, p. 393. 1893.
- FICK, R., Bemerkungen zu M. Heidenhain's Spannungsgesetz. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth. S. 97, 1897.
- FRENZEL, J., Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 28, S. 53. 1886.
- FOL, H., Recherches sur la fécondation. Mém. de la soc. de phys. et d'hist. natur. de Genève. T. 27, 1896.
- Die Centrenquadrille. Anatom. Anzeiger. Jahrg. VI, 1891.
- FLEMMING, W., Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 38, 1891.
- Die Zelle. Ergebnisse d. Anatomie u. Entwicklungsgesch. Herausgegeben v. Merkel u. Bonnet. Bd. 1, 1891.
- Die Zelle. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Herausgeg. v. Bonnet u. Merkel. Bd. 2, 1892.
- GAULE, J., Das Flimmerepithel von *Aricia foetida*. Archiv f. Anatom. u. Physiol. Physiol. Abth. p. 153. 1881.
- HAMMER, J. A., Ueber Secretionserscheinungen im Nebenhoden des Hundes. Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth. Jahrg. 1897. Supplementband. S. 1.
- HEIDENHAIN, M., Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern und Zellenprotoplasma. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 43, 1894.
- Cytomechanische Studien. Archiv f. Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd. 1, 1895.
- Neue Erläuterungen zum Spannungsgesetz der centrirten Systeme. Morphol. Arbeiten. Herausgeg. von G. Schwalbe. Bd. 7, 1897.
- Ueber die Mikrocentren mehrkerniger Riesenzellen, sowie über die Centralkörperfrage im Allgemeinen. Morpholog. Arbeiten. Herausgegeben von G. Schwalbe. Bd. 7, 1897.
- HEIDENHAIN, M. u. COHN, TH., Ueber die Mikrocentren in den Geweben des Vogelembryos. Morphologische Arbeiten. Herausgegeben von G. Schwalbe. Bd. 7, 1897.
- HERMANN, FR., Urogenitalsystem. Ergebnisse der Anat. Entwicklungsgeschichte. Bd. 7, 1897.
- HERTWIG, O., Die Zelle und die Gewebe. Jena, G. Fischer. 1892.

- HERXHEIMER, Archiv f. Dermatologie u. Syphilis. 1889.
- HENNEGUY, L. F., Leçons sur la cellule. Paris, 1896.
- HOFMEISTER, Fr., Untersuchungen über die Zwischensubstanz im Hoden der Säugethiere. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissenschaften. Math.-Naturwiss. Classe. Jahrg. 1872. Bd. 64, Abth. 3.
- KARSTEN, G. J., Ueber Beziehungen d. Nukleolen zu d. Centrosomen bei *Psilotum triquetrum*. Ber. d. bot. Ges. S. 555, 1893.
- KOSTANECKI, K. v. u. SIEDLECKI, M. v., Ueber das Verhältniss der Centrosomen zum Protoplasma. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 48, 1896.
- KOSTANECKI, K. v., Die Befruchtung des Eies von *Myzostoma glabrum*. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 51, 1898.
- KROMAYER, E., Die Protoplasmafaserung der Epithelzelle. Archiv für mikr. Anat. Bd. 39, 1892.
- LAUTERBORN, R., Ueber Bau u. Kerntheilung der Diatomeen. Verhandl. d. naturhist. Vereins, Heidelberg. Bd. 5, 1893.
- LAWDOWSKI, M. J., Von d. Entstehung d. chromatischen u. achromat. Substanzen in d. thierischen u. pflanzl. Zellen. Anat. Hefte. Bd. 4, 1894.
- LEWIS, MARG., Centrosome and sphere in certain of the Nerve cells of an Invertebrate. Anat. Anzeiger. Bd. 12, 1895.
- LENHOSSÉK, M. v., Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 46, 1895.
- Beiträge zur Kenntniss der Zwischenzellen des Hodens. Archiv für Anat. u. Physiologie. Anath. Abth. Jahrg. 1897.
- Untersuchungen über Spermatogenese. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 51, S. 215. 1898.
- MARCHI, P., Beobachtungen über Wimperepithelien. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 2, S. 467. 1866.
- Mc. CLURE, C. F. W., On the presence of centrosomes and attraction spheres in the Ganglion cells of *Helix pomatia*. The Princeton College Bulletin. Vol. 8, 1896.
- Mc. MURRICH, J. P., The yolk lobe and the centrosome of *Fulgur carica*. Anat. Anzeiger. Bd. 12, 1896.
- MESSING, W., Anatomische Untersuchungen über den Testikel der Säugethiere. Inaugural-Dissertation. Dorpat 1877.
- MEVES, Fr., Ueber die Zellen des Sesambeins in der Achillessehne des Frosches (*Rana temporaria*) und über ihre Centralkörper. Archiv für mikr. Anat. Bd. 45, 1895.
- Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculata*. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 50, 1897.

- MEVES, FR., Zelltheilung. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. Herausgegeben von Bonnet und Merkel. Bd. 7, 1897.
- NUSSBAUM, M., Ein Beitrag zur Lehre von der Flimmerbewegung. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 14, 1877.
- PLATO, J., Die interstitiellen Zellen des Hodens und ihre physiologische Bedeutung. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 48, 1897.
- Zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie der Geschlechtsorgane. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 50, S. 690. 1897.
- PRENANT, M. A., Sur le corpuscule central. Extrait du Bull. de la Société des Sciences de Nancy. 1894.
- RABL, C., Ueber Zelltheilung. Anatom. Anzeiger. Bd. 4, 1889.
- REINKE, FR., Untersuchungen über Befruchtung und Furchung des Eies der Echinodermen. Sitzungsber. d. königl. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Bd. 30, S. 625. 1895.
- Beiträge zur Histologie des Menschen. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 47, 1896.
- SCHAFER, J., Ueber einen neuen Befund von Centrosomen in Ganglien- und Knorpelzellen. Wiener Sitzungsberichte. Math.-naturw. Classe. Bd. 105, Abth. 3, 1896.
- SCHAUDINN, F., Ueber das Centralkorn der Heliozoen. Verhandl. der deutschen zoolog. Gesellsch. Bonn, 1896.
- SCHIEFFERDECKER, P., Gewebelehre. Braunschweig. 1891.
- STEIN, FR., Der Organismus der Infusionsthiere. I. Abth. Leipzig, 1859.
- STRASBURGER, E., NOLL, FR., SCHENCK, H., SCHIMPER, A. F. W., Lehrbuch d. Botanik. Jena, 1894. (Trophoplast S. 47.)
- STRICT, O., VAN DER, Contribution à l'étude de la sphère attractive. Annales de la Société de méd. de Gand. Octobre 1892.
- La signification des cellules épithéliales de l'épididyme de *Lacerta vivipara*. Comptes rendus de la Soc. de Biol. 1893.
- La sphère attractive dans les cellules pigmentaires de l'oeil de chat. Bibliographie anatomique. 1895.
- STUART, A., Ueber die Flimmerbewegung. Inaug.-Diss. Dorpat, 1867.
- WATASE, SH., Homology of the Centrosome. Journ. of Morphology V. 8, Boston, 1893.
- Microsomes and their relation to the Centrosome. Science. Univ. of Chicago. 1897.
- WHEELER, W. M., The behaviour of the centrosomes in the fertilized egg of *Myzostoma glabrum*. Journ. of Morphology. V. 10, 1895.

ZIMMERMANN, A., Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Jena, 1896.

ZIMMERMANN, K., Studien über Pigmentzellen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 41, 1893.

— Demonstration mikroskopischer Präparate. Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. VIII. Versamml. Strassburg, 1894.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 márczius 14.-én tartott üléséből.)



A GÁZ-DIFFUSIO KIRCHHOFF-FÉLE EGYENLETEINEK REDUCTIOJA.

FARKAS GYULÁ-tól.

KIRCHHOFF két gáz szabad diffusiojának következő egyenleteit vezette le az ő kinetikus gáz-elméletéből (Vorlesungen, Theorie der Wärme, 1894. 196. és 197. l.):

$$\begin{aligned}\mu_1 X &= \mu_1 \frac{du_1}{d_1 t} - x \mu_1 \mu_2 (u_2 - u_1) + \frac{\partial p_1}{\partial x} \\ \mu_1 Y &= \mu_1 \frac{dv_1}{d_1 t} - x \mu_1 \mu_2 (v_2 - v_1) + \frac{\partial p_1}{\partial y}\end{aligned}\tag{1}$$

$$\begin{aligned}\mu Z &= \mu_1 \frac{dw_1}{d_1 t} - x \mu_1 \mu_2 (w_2 - w_1) + \frac{\partial p_1}{\partial z} \\ \mu_2 X &= \mu_2 \frac{du_2}{d_2 t} - x \mu_2 \mu_1 (u_1 - u_2) + \frac{\partial p_2}{\partial x} \\ \mu_2 Y &= \mu_2 \frac{dv_2}{d_2 t} - x \mu_2 \mu_1 (v_1 - v_2) + \frac{\partial p_2}{\partial y}\end{aligned}\tag{2}$$

$$\mu_2 Z = \mu_2 \frac{dw_2}{d_2 t} - x \mu_2 \mu_1 (w_1 - w_2) + \frac{\partial p_2}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \mu_1}{\partial t} + \frac{\partial \mu_1 u_1}{\partial x} + \frac{\partial \mu_1 v_1}{\partial y} + \frac{\partial \mu_1 w_1}{\partial z} = 0\tag{3}$$

$$\frac{\partial \mu_2}{\partial t} + \frac{\partial \mu_2 u_2}{\partial x} + \frac{\partial \mu_2 v_2}{\partial y} + \frac{\partial \mu_2 w_2}{\partial z} = 0\tag{4}$$

a hol μ_1 és μ_2 a két gáz sűrűsége, p_1 és p_2 a nyomása, $(u_1 v_1 w_1)$ és $(u_2 v_2 w_2)$ a sebessége, (XYZ) azonosnak föltételezett szabad gyor-

sulása: az x, y, z helyen t pillanatban; x igen nagy positiv együtt-ható (a sűrűségek és nyomások függvénye) és

$$\frac{d}{d_1 t} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + u_1 \frac{\partial}{\partial x} + v_1 \frac{\partial}{\partial y} + w_1 \frac{\partial}{\partial z} \quad (1)'$$

$$\frac{d}{d_2 t} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + u_2 \frac{\partial}{\partial x} + v_2 \frac{\partial}{\partial y} + w_2 \frac{\partial}{\partial z}. \quad (2)'$$

Föltételezem a következőket: 1. Kezdetben mindkét gáz nyugalomban van, egyenletes és egyenlő hőfokú, egyező nyomású és a ritkább egészen a sűrűbb fölött van. 2. A két gáz összeeresztése horizontális nyílás létrehozása által történik s a környezet hőfoka egyenletes és állandó az elegyedés folyamata alatt. 3. Csak a nehézségi szabad gyorsulás tesz számot.

Főkép azt szándékozom itt kimutatni, hogy a két nyomás (p_1 és p_2) e föltételek alatt nagy megközelítéssel ugyanannak a differenciál-egyenletnek tesz eleget, mint a szokásos — és KIRCHHOFF-tól is követett — korlátozott föltételek alatt, miként ugyan nincs szabad gyorsulás és hogy az itt kitűztem föltételekhez csatlakozik még, hogy a két gáz vertikális henger-edényben vagyon, kezdetben igen vékony horizontális sík-lap választja el őket és ez a választék a gázok összeeresztésekor a henger egész keresztmetszetében egyszerre s zavaró hatás nélkül szűnik meg.

Az experimentum és a theoria a nyomások egyenletében fér egymáshoz. Azonban az edény-alak illetén kiszabása kísérleti nehézségeket okoz, nevezetesen a két gáz érintkezésének teljes henger-átmetszeten való elég szabatos létrehozásában.* Ezenkívül azért, mert a diffusio mindenütt a henger teljes átmetszetében megy végbe, nem oly lassú, hogy bizonyos számítási elhanyagolások a mérések pontossági fokán alul ne maradjanak. Kitűnván a következőkből, hogy az edény alakja közömbös az experimentumot és a theoriát egymáshoz viszonyító egyenletekre nézve, az elébbi biztosabban és azonfölül változatosabban is lesz az elmélet szempontjából végezhető.

* OBERMAYER: Sitzungsber. der Ak. der Wiss. Wien, LXXXI. Bd. II. Abth. 1880. (1104. l.).

Az a korlátozó föltevés, hogy nincs szabad gyorsulás, a kísérlet és elmélet egymásra vonatkoztatásában voltaképen elhanyagolást jelent és azzal a föltevéssel æquivalens, hogy az (1) és (2) alatti egyenletekben $\mu_1 X$, $\mu_2 X$ stb. nem tesznek számot. Azonban ezek az egyenletek úgy kombinálhatók háromféleképen új vonalas egyenletekké, hogy az újakról már nem állítható, mikép a szabad gyorsulás azokból is kártalanul kihagyható; mihelyt egy parameter nem elegendő a helytől való függések jellemzésére, már ez az elhanyagolás a következtetések rovására esik. Az (1) és (2) egyező sorhelyű egyenleteinek összeadása juttat ezekhez az új egyenletekhez amiatt, hogy összeadásaik rendén az igen nagy α cœfficiensű tagok kiesnek. De a tárgyalás teljességéhez még az is szükséges, hogy ez új egyenletekből az (1) és (2) alatti jobb oldalak első tagjait ne hagyjuk ki egészen, mint KIRCHHOFF tette, hanem csak az (1)' és (2)' értelmében másodrendűen kicsi részeitet mellőzzük.

I. Minthogy kezdetben a sűrűbb gáz egészen alul van, hőfokaik egyenletesek és egyenlők, nyomásaik is egyezők és közlekedésük horizontális nyílásban indul meg: az elegyedés nagyon lassan megy végbe. Kivált folyton és mindenütt igen lassú lesz a mozgás, ha az edény helyenkint szűkületes és ha az elválasztás helye az elegyedés megindulása előtt szűkületben volt. Ekkor teljes megbízhatósággal egy közönséges T furatú csap lehet az elkülönítés eszköze, a melynek a furata összeeresztés előtt valamelyik gázzal állandó közlekedésben volt.

A mozgás nagy lassúsága miatt végkép kihagyhatók az (1) és (2) alatti jobb oldalakból az első tagoknak coordinata-derivátumos részei, a melyeket

$$\begin{aligned} \mu_1 \left(u_1 \frac{\partial}{\partial x} + v_1 \frac{\partial}{\partial y} + w_1 \frac{\partial}{\partial z} \right) \\ \mu_2 \left(u_2 \frac{\partial}{\partial x} + v_2 \frac{\partial}{\partial y} + w_2 \frac{\partial}{\partial z} \right) \end{aligned}$$

symbolumok határoznak meg. Ennek megfelelően (1) és (2) helyett írjuk:

$$\mu_1 \left(X - \frac{\partial u_1}{\partial t} \right) + x \mu_1 \mu_2 (u_2 - u_1) = \frac{\partial p_1}{\partial x}$$

$$\mu_1 \left(Y - \frac{\partial v_1}{\partial t} \right) + x \mu_1 \mu_2 (v_2 - v_1) = \frac{\partial p_1}{\partial y} \quad (5)$$

$$\mu_1 \left(Z - \frac{\partial w_1}{\partial t} \right) + x \mu_1 \mu_2 (w_2 - w_1) = \frac{\partial p_1}{\partial z}$$

$$\mu_2 \left(X - \frac{\partial u_2}{\partial t} \right) + x \mu_2 \mu_1 (u_1 - u_2) = \frac{\partial p_2}{\partial x}$$

$$\mu_2 \left(Y - \frac{\partial v_2}{\partial t} \right) + x \mu_2 \mu_1 (v_1 - v_2) = \frac{\partial p_2}{\partial y} \quad (6)$$

$$\mu_2 \left(Z - \frac{\partial w_2}{\partial t} \right) + x \mu_2 \mu_1 (w_1 - w_2) = \frac{\partial p_2}{\partial z}.$$

Ezekhez csatlakoznak még (3) és (4) s az ide tartozó hőtani egyenletek. Minthogy az elegyedés megindulása előtt egyenletes és egyenlő volt a két gáz hőfoka és az edény környezetében folyvást egyenletes és állandó a hőfok, a gázmozgás pedig igen lassú: nagy megközelítéssel isothermikus a folyamat. Így nagy megközelítéssel tehető:

$$p_1 = n_1 \mu_1, \quad p_2 = n_2 \mu_2 \quad (7)$$

azzal a kirovással, hogy n_1 és n_2 az uralkodó hőfoknál az illető gázokra nézve jellemző constansok, úgy a helytől, mint az időtől függetlenek. Tekintetbe veendő hiszen az is, hogy n_1 és n_2 igen nagyok, a mennyiben $\sqrt{n_1}$ és $\sqrt{n_2}$ nagy sebességek, olyszerű nagyok, mint az illető gázokban a hang-terjedés sebessége.

Majd (3), (4), (5), (6) helyett a következő eljárásokkal képezzünk új egyenlet-rendszert: Az (5) alatti egyenleteket n_1 osztóval a (6) alattiakat n_2 osztóval rendre összeadjuk; másszor egyszerűen adjuk össze; a (3) és (4) alatti egyenleteket egyszer n_1 és n_2 szorozóval, másszor egyszerűen adjuk össze. E módon nyolcz olyan egyenlethez jutunk, a melyek rendszere æquivalens az eredeti nyolcz egyenlet rendszerével, mert abból viszont emez következtethető. Mielőtt azonban e műveleteket elvégeznők, czélszerű lesz már előre bizonyos új változókat bevezetni.

II. Az együttes sűrűséget jelölje μ , az együttes nyomást p az x, y, z helyen a t idő-pillanatban:

$$\mu_1 + \mu_2 = \mu \quad (8)$$

$$p_1 + p_2 = p. \quad (9)$$

Írjuk továbbá:

$$\begin{aligned} p_1 u_1 + p_2 u_2 &= p u \\ p_1 v_1 + p_2 v_2 &= p v \\ p_1 w_1 + p_2 w_2 &= p w. \end{aligned} \quad (10)$$

A (7) értelmében egyszersmind

$$n_2 p_1 + n_1 p_2 = n_1 n_2 \mu \quad (8)'$$

$$n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2 = p \quad (9)'$$

$$\begin{aligned} n_1 \mu_1 u_1 + n_2 \mu_2 u_2 &= p u \\ n_1 \mu_1 v_1 + n_2 \mu_2 v_2 &= p v \end{aligned} \quad (10)'$$

$$n_1 \mu_1 w_1 + n_2 \mu_2 w_2 = p w.$$

A (8) és (9)' összevetéséből folyólag

$$\mu_1 = \frac{n_2 \mu - p}{n_2 - n_1}, \quad \mu_2 = \frac{n_1 \mu - p}{n_1 - n_2}. \quad (11)$$

A (9) és (8)' vagy (7) és (11) szerint pedig

$$p_1 = n_1 \frac{n_2 \mu - p}{n_2 - n_1}, \quad p_2 = n_2 \frac{n_1 \mu - p}{n_1 - n_2}. \quad (12)$$

Már most forduljunk az előző I. cikkely végén jelentett műveletekhez. Az első művelettel keletkező egyenletekben bent foglaltatnak az igen nagy x -val szorzott tagok, tehát ezekből az egyenletekből kihagyhatók a baloldalak többi tagjai, minek megfelelően lesz:

$$\begin{aligned}x\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(u_2-u_1) &= n_1n_2\frac{\partial\mu}{\partial x} \\x\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(v_2-v_1) &= n_1n_2\frac{\partial\mu}{\partial y} \\x\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(w_2-w_1) &= n_1n_2\frac{\partial\mu}{\partial z}.\end{aligned}$$

Azonban

$$\begin{aligned}&\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(u_2-u_1) \\&= \mu_1\frac{n_2-n_1}{n_2}(n_2\mu_2u_2-n_2\mu_2u_1),\end{aligned}$$

tehát (10)' szerint

$$= \mu_1\frac{n_2-n_1}{n_2}[pu-(n_1\mu_1+n_2\mu_2)u_1]$$

és így egyszersmind (9)' szerint

$$= \mu_1\frac{n_2-n_1}{n_2}p(u-u_1)$$

s hasonlóképen található, hogy nemkülönben

$$= \mu_2\frac{n_1-n_2}{n_1}p(u-u_2).$$

Így az első fönt jelzett művelet eredményei gyanánt a következő egyenleteink vannak:

$$\begin{aligned}x(n_2-n_1)p\mu_1(u-u_1) &= n_1n_2^2\frac{\partial\mu}{\partial x} \\x(n_2-n_1)p\mu_1(v-v_1) &= n_1n_2^2\frac{\partial\mu}{\partial y} \\x(n_2-n_1)p\mu_1(w-w_1) &= n_1n_2^2\frac{\partial\mu}{\partial z} \\x(n_1-n_2)p\mu_2(u-u_2) &= n_2n_1^2\frac{\partial\mu}{\partial x} \\x(n_1-n_2)p\mu_2(v-v_2) &= n_2n_1^2\frac{\partial\mu}{\partial y} \\x(n_1-n_2)p\mu_2(w-w_2) &= n_2n_1^2\frac{\partial\mu}{\partial z}.\end{aligned}\tag{13}'_1\tag{13}'_2$$

Ezek az egyenletek arra szolgálnak, hogy általuk a két mozgási sebesség $(u_1 v_1 w_1)$ és $(u_2 v_2 w_2)$ a μ, p, u, v, w új változók segítségével fejezhető ki. Még pedig (11) tekintetbe vételével:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= u - \frac{n_2}{n_2 \mu - p} \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial x} \\
 v_1 &= v - \frac{n_2}{n_2 \mu - p} \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial y} \\
 w_1 &= w - \frac{n_2}{n_2 \mu - p} \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial z} \\
 u_2 &= u - \frac{n_1}{n_1 \mu - p} \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial x} \\
 v_2 &= v - \frac{n_1}{n_1 \mu - p} \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial y} \\
 w_2 &= w - \frac{n_1}{n_1 \mu - p} \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial z} .
 \end{aligned}
 \tag{13}''$$

Ilyképen (11), (12), $(13)_1''$ és $(13)_2''$ kifejezik a $\mu_1, \mu_2; p_1, p_2; u_1, v_1, w_1$ és u_2, v_2, w_2 régi tíz változót a μ, p és u, v, w új öt változó segédelmével. A többi fönt I. végén jelzett műveletek az öt új változóra szóló öt egyenlethez juttatnak.

Legyen még megjegyezve a következőkben való fölhasználás végett, hogy a $(13)_1'$ és $(13)_2'$ egyenletekből, az egyező sorhelyűek kivonása által (8) értelmében:

$$\begin{aligned}
 \mu_1 u_1 + \mu_2 u_2 &= \mu u - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial x} \\
 \mu_1 v + \mu_2 v_2 &= \mu v - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial y} \\
 \mu_1 w_1 + \mu_2 w_2 &= \mu w - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial z} .
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

egyenletek keletkeznek.

III. Ezúttal azokat az egyenleteket fogjuk származtatni, a melyek az öt új változót, μ, p és u, v, w változókat illetik. Az I. végén bejelentett és még hátralévő három művelet juttat azokhoz.

A második műveletből (8) és (9) számbavételével:

$$\begin{aligned}\mu X - \left(\mu_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} + \mu_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} \right) &= \frac{\partial p}{\partial x} \\ \mu Y - \left(\mu_1 \frac{\partial v_1}{\partial t} + \mu_2 \frac{\partial v_2}{\partial t} \right) &= \frac{\partial p}{\partial y} \\ \mu Z - \left(\mu_1 \frac{\partial w_1}{\partial t} + \mu_2 \frac{\partial w_2}{\partial t} \right) &= \frac{\partial p}{\partial z}.\end{aligned}$$

Azonban ezek helyett:

$$\mu_1 \frac{\partial u_1}{\partial t}, \quad \mu_2 \frac{\partial u_2}{\partial t}, \quad \text{stb.}$$

másodrendű megközelítéssel írható

$$\frac{\partial \mu_1 u_1}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mu_2 u_2}{\partial t}, \quad \text{stb.}$$

mint (3) és (4) megtekintéséből kitűnik. Következőleg (13) alapján iménti három egyenletünk e módon jegyezhető:

$$\begin{aligned}\mu X - \frac{\partial}{\partial t} \left(\mu u - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) &= \frac{\partial p}{\partial x} \\ \mu Y - \frac{\partial}{\partial t} \left(\mu v - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) &= \frac{\partial p}{\partial y} \\ \mu Z - \frac{\partial}{\partial t} \left(\mu w - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial z} \right) &= \frac{\partial p}{\partial z}.\end{aligned}\tag{14}$$

A harmadik műveletből (9)' és (10)' fölhasználásával:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial p u}{\partial x} + \frac{\partial p v}{\partial y} + \frac{\partial p w}{\partial z} = 0.\tag{15}$$

Végre a negyedik műveletből (13) alapján:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \mu}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu u - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu v - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) + \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu w - \frac{n_1 n_2}{x p} \frac{\partial \mu}{\partial z} \right) = 0.\end{aligned}\tag{16}$$

A (14), (15), (16) alatt jegyzett öt egyenletünk vagyon μ , p és u , v , w öt változónk meghatározására, a mely öt változó (11), (12) meg (13)' és (13)'' alatt közvetlenül kifejezi a μ_1 , μ_2 , p_1 , p_2 meg u_1 , v_1 , w_1 és u_2 , v_2 , w_2 régi tíz változót az eredeti tíz egyenlet: (3), (4), (5), (6), (7) értelmében,

Az ismételt előforduló

$$\frac{n_1 n_2}{x p} = \frac{1}{x} \frac{\mu_1 \mu_2}{p_1 p_2} \frac{1}{p}$$

szorzó az ú. n. diffusio-coëfficiens. Közönségesen constansnak tekintik. Ha nem is az, de annyi bizonyos,* hogy úgy a helylyel, mint az idővel kis mértékben változik. Ezentúl jelölje mindig k betű:

$$\frac{n_1 n_2}{x p} = k. \quad (17)$$

Ezek:

$$\frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial t}, \quad \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial x}, \quad \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial y}, \quad \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial z} \quad (17)'$$

mindenesetre mindig kicsinyek.

IV. Abban a föltevésünkben, hogy csak a nehézségi szabad gyorsulás tesz számot, állítsuk a helyhatározás z tengelyét vertikálisan lefelé. Ha g jelöli a nehézségi gyorsulás nagyságát, akkor most mindig és mindenütt

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = g.$$

A szabad gyorsulás e meghatározása folytán a (14) alatti harmadik egyenlet baloldalából csak az első tagot μg szükséges megtartani; a hátralévő tag, a melynek eredeti kifejezése

$$\mu \frac{\partial w_1}{\partial t} + \mu_2 \frac{\partial w_2}{\partial t}$$

(mint III. elején látható), nem tesz amahhoz mérten számot. Így tehát a (14) alatti egyenletek jelenleg eképen írhatók:

* WINKELMANN: Handbuch der Physik I. 644. l.

$$\begin{aligned} -\frac{\partial}{\partial t} \left(\mu u - k \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) &= \frac{\partial p}{\partial x} \\ -\frac{\partial}{\partial t} \left(\mu v - k \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) &= \frac{\partial p}{\partial y} \end{aligned} \quad (18)_1$$

$$\mu g = \frac{\partial p}{\partial z} \quad (18)_2$$

ha t. i. most már egyúttal a (17) alatti jelölést használjuk.

Minthogy az

$$\frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial \mu_1}{\partial t} + \frac{\partial \mu_2}{\partial t} \right)$$

kifejezés igen kicsiny, mint (3) és (4) mutatja, ennél fogva

$$\frac{\partial \mu u}{\partial t} \quad \text{és} \quad \frac{\partial \mu v}{\partial t} \quad (19)'$$

helyett

$$\mu \frac{\partial u}{\partial t} \quad \text{és} \quad \mu \frac{\partial v}{\partial t} \quad (19)''$$

jegyezhető. Továbbá ugyanabból az okból

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(k \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) \quad \text{és} \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(k \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) \quad (20)'$$

helyett

$$\mu \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{k}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) \quad \text{és} \quad \mu \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{k}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) \quad (20)''$$

írható. Tényleg (19)' és (20)' helyett (19)'' és (20)'' tétetvén (18)₁ egyenleteibe:

$$\begin{aligned} -\mu \frac{\partial}{\partial t} \left(u - \frac{k}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) &= \frac{\partial p}{\partial x} \\ -\mu \frac{\partial}{\partial t} \left(v - \frac{k}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) &= \frac{\partial p}{\partial y} \end{aligned} \quad (21)_1$$

$$\mu g = \frac{\partial p}{\partial z} \quad (21)_2$$

egyenletekhez jutunk.

A (21)₁ alatti egyenletek baloldalaiban a zárójelek tartalma (13) szerint oly rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek. Azonkívül (8) és (9)' értelmében

$$\frac{p}{\mu} = \frac{n_1\mu_1 + n_2\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$$

nagy sebességnek a négyzete. Ekként (21)₁ nyomán

$$\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial x} \quad \text{és} \quad \frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial y}$$

másodrendű igen kicsinyek: p a helytől nagy megközelítésben csupán a z koordináta által függőnek tekinthető és ennek következtében (21)₂ szerint a μ is.* Ebből az okból (17)' alatt különösen kicsinyek az x és y szerinti deriváltak. Minthogy már μ és k valódi értékei igen kis mértékben különböznek csak oly értékektől, a melyek csupán z és t függvényei, így (21)₁ alatt k és a derivátlanul előforduló μ valódi értékei helyett ezek az értékek gondolhatók. Ebből folyólag pedig nagy megközelítéssel létezik olyan függvény φ , hogy

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial \varphi}{\partial y}. \quad (22)$$

Írjuk:

$$\int_{t_0}^t \varphi \partial t = \psi,$$

a hol a t_0 tetszésre választott időt jelentsen ($t_0 \leq t$). A (22)-ből következtethetőleg léteznek olyan ξ és η az időtől független functiók, hogy

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial x} + \xi, \quad v = \frac{\partial \psi}{\partial y} + \eta.$$

De igen nagy idő múlva u és v eltűnnek. Hogyha tehát t_0 igen nagy időt jelent, akkor ξ és η mellőzhető kicsinyek:

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \psi}{\partial y}. \quad (23)$$

* Együttal tehát (11) és (12) értelmében nemkülönb a μ_1 és μ_2 sűrűségek s p_1 és p_2 nyomások (a vertikális mozgás oly lassú tehát, hogy a horizontális mozgás által a sűrűségek és nyomások a horizontális átmetszetekben folyvást nagy megközelítéssel kiegyenlítővék).

Megjegyzendő, hogy valamint φ , úgy ψ is additive z és t tetszőleges függvényét tartalmazhatja.

V. A (14) alatti egyenletekre vonatkozólag mindezek meg lévén állapítva, folyamodjunk most a (15) és (16) alatti egyenletekhez.

A következő jelölést használván:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \theta \quad (24)$$

és élve a (17) alatti jelöléssel is, továbbá számba véve, hogy IV. értelmében p , μ , k az x és y koordinátától igen kis mértékben függenek, így írhatjuk a (15) és (16) alatti egyenletet:

$$\frac{\partial p}{\partial z} w + p\theta + \frac{\partial p}{\partial t} = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial z} w + \mu\theta + \frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \mu}{\partial z} \right). \quad (26)$$

Most ki fogom mutatni, hogy (26) baljának két első tagja nem tesz számot. Ennek a kimutatása most még a legfőbb elintézni való.

a) Deriváljuk a (25) alatti egyenletet z szerint. Ha azután tekintetbe vesszük a (21)₂ egyenletet, ehhez jutunk:

$$\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{p}{g\mu} \frac{\partial \theta}{\partial z} + \frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial z} w + \theta + \frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial t} = 0. \quad (27)$$

Az utolsó tag

$$\frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{1}{\mu_1 + \mu_2} \left(\frac{\partial \mu_1}{\partial t} + \frac{\partial \mu_2}{\partial t} \right)$$

bizonyosan oly rendű kicsiny, mint

$$\frac{1}{\mu_1} \frac{\partial \mu_1}{\partial t} \quad \text{és} \quad \frac{1}{\mu_2} \frac{\partial \mu_2}{\partial t},$$

sem magasabb, sem alacsonyabb rendű. A (3) és (4) szerint* oly

* számértékre (vagyis hossz-egységgel szorozva)

rendű kicsiny tehát, mint a mozgási sebességek $(u_1 v_1 w_1)$ és $(u_2 v_2 w_2)$. Az u, v, w jelentményénél fogva pedig (27)-nek első, harmadik és negyedik tagja ** legalább olyrendű kicsiny, mint a mozgási sebességek. Így a hátralévő tag

$$\frac{p}{g\mu} \frac{\partial \theta}{\partial z}$$

*legalább oly rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek. De $p:\mu$ nagy sebesség négyzete (IV). Ekként

$$\frac{\partial \theta}{\partial z}$$

**magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek, tehát a θ nagy megközelítésben független a z koordinátától.

b) Ebből (25) segélyével az következtethető, hogy θ is magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek. Ugyanis a (25) a $(21)_2$ alapján így van:

$$\frac{g\mu}{p} w + \theta + \frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial t} = 0. \quad (25)'$$

Tegyük fel, hogy θ nem magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek. Ekkor (25)' első tagja elhagyható, mert w legalább oly rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek és $p:\mu$ nagy sebességnek a négyzete:

$$\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial t} + \theta = 0.$$

Mivel a θ nagy megközelítésben csak x, y, t függvénye, a p pedig másodrendű nagy megközelítésben csak z és t függvénye, így ebből az egyenletből folyólag, annak mindkét tagja csak t -től függ számot téve abban a föltevésünkben, hogy θ nem magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek. E szerint az edény egy térelemét $D\tau$ -al jelölván

$$\int \theta D\tau = \theta \int D\tau \quad (28)$$

** számértékre (vagyis terület-egységgel szorozva)

igen nagy megközelítéssel tehető. Ámde ha az integrálást az edény egész térfogatára kiterjesztjük, e térfogat felületének egy elemét $D\sigma$ -val jelöljük és a $D\sigma$ kifelé mutató normálisának iránycosinusai α, β, γ , akkor (24) tekintetbe vételével

$$\int \theta D\tau = \int (\alpha u + \beta v + \gamma w) D\sigma.$$

Az u, v, w jelentménye szerint (10):

$$\begin{aligned} p(\alpha u + \beta v + \gamma w) &= \\ &= p_1(\alpha u_1 + \beta v_1 + \gamma w_1) + p_2(\alpha u_2 + \beta v_2 + \gamma w_2). \end{aligned}$$

Itt a második sorban lévő két zárójel tartalma a két mozgási sebesség normális-menti componense, tehát mindegyik zárójel tartalma = 0. Következőleg

$$\int \theta D\tau = 0$$

és (28) szerint igen nagy megközelítéssel, nagyobb, mint a mily nagy a mozgási sebességek kicsiségi rendje: $\theta = 0$, ellentmondásban azzal a föltevésünkkel, hogy θ nem magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek.

c) Minthogy θ magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek, ellenben $\frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial t}$ épen oly rendű kicsiny a), így a (26) alatti egyenlet baljának második tagja törölhető. Töröltetvén, abból folyólag, hogy μ és k az x, y koordinátáktól számot tévően nem függenek (IV), az következik, hogy w sem függ számottevően az x és y koordinátától. Ebből pedig az következtethető, hogy w is magasabb rendű kicsiny, mint a sebességek.

Ugyanis magasabb rendű megközelítéssel, mint a milyen rendű kicsinyek a mozgási sebességek $\theta = 0$ b), azaz (24):

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

Szorozzuk meg ezt az egyenletet ϕ -vel (23) és $D\tau$ térelemmel, azután integráljuk az edény térfogatára. Partialis integrálás rendén

$$\int \left[\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \frac{\partial \phi}{\partial z} w \right] D\tau = 0,$$

mert $b)$ a felületen:

$$\alpha u + \beta v + \gamma w = 0.$$

Minthogy a ψ additive az idő és a z koordináta tetszőleges függvényét tartalmazza, w pedig számottevően csak az idő és a z koordináta függvénye, bármely időpillanathoz meghatározható a ψ úgy, hogy

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} w$$

mindenütt pozitív, és e mellett $\frac{\partial \psi}{\partial z}$ ne kis értékű legyen. Következésképpen másodrendű megközelítéssel $w = 0$ tehető.

VI. Ezek után a (26) alatti egyenlet így írható:

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial \mu}{\partial z} \right) \quad (29)$$

és a (25) egyenlet szerint

$$\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial t} = - \left(\frac{1}{p} \frac{\partial \mu}{\partial z} w + \theta \right) \quad (30)$$

magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek.

Az előbbi egyenlethöz könnyű szerrel levezethetők már az egyes gáz-nyomások p_1 és p_2 egyenletei. Ugyanis (12) szerint

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1}{\partial t} &= \frac{n_1}{n_2 - n_1} \left(n_2 \frac{\partial \mu}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t} \right) \\ \frac{\partial p_1}{\partial z} &= \frac{n_1}{n_2 - n_1} \left(n_2 \frac{\partial \mu}{\partial z} - \frac{\partial p}{\partial z} \right) \end{aligned}$$

azaz, a második egyenletben $(21)_2$ is tekintetbe vétetvén:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1}{\partial t} &= \frac{n_1 n_2 \mu}{n_2 - n_1} \left(\frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial t} - \frac{1}{n_2 \mu} \frac{\partial p}{\partial t} \right) \\ \frac{\partial p_1}{\partial z} &= \frac{n_1 n_2 \mu}{n_2 - n_1} \left(\frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial z} - \frac{g}{n_2} \right). \end{aligned}$$

Minthogy $n_2 \mu$ oly rendű mennyiség, mint p , az $\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial t}$ pedig magasabb rendű kicsiny, mint a mozgási sebességek; minthogy

továbbá n_2 igen nagy sebességnek a négyzete: a jobboldali második tagok elhagyhatók és

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{n_1 n_2}{n_2 - n_1} \frac{\partial \mu}{\partial t}$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial z} = \frac{n_1 n_2}{n_2 - n_1} \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

írható. Ebből folyólag (29) értelmében ugyanaz az egyenlet illeti meg a p_1 nyomást, mint a μ sűrűséget:

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial p_1}{\partial z} \right) \quad (31)$$

és ugyanez az egyenlet illeti meg a p_2 nyomást is, mindegyiket magasabb rendű megközelítéssel, mint a mily rendű kicsinyek a mozgási sebességek. Elég jó megközelítéssel, mint KIRCHHOFF-nál (nála vertikális oldalfalazatú edényt illetőleg):

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = k \frac{\partial^2 p_1}{\partial z^2}. \quad (32)$$

VII. A mennyiben csupán az V. cikkely végső egyenletének és a VI. cikkely egyenleteinek az előállítását akarjuk szem előtt tartani, a következő egyszerűbb eljárást végezhetjük:

Úgy, mint KIRCHHOFF, az (1) és (2) alatti egyenletek jobboldalaiból teljesen kihagyjuk az első

$$\mu_1 \frac{du_1}{d_1 t} \text{ stb., } \mu_2 \frac{du_2}{d_2 t} \text{ stb.}$$

tagokat. Akkor a IV. cikkelyben

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = g \mu$$

egyenleteink vannak az ottaniak helyett. Ezek szerint p , tehát μ is csak z és t függvénye, a mi meg lévén állapítva, most a IV. cikkely fejtegetései elesnek, az V. cikkely pedig úgy módosul, hogy abban c) alatt a másodrendű megközelítéssel helyes

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

egyenletet az ottani ϕ helyett a z és t oly függvényével szorozzuk meg, a melynek z szerint képzett deriváltja mindig és mindenütt oly előjelű, mint w . Most az edény térfogatára szóló partialis integrálás által másodrendű megközelítéssel,

$$\int \frac{\partial \phi}{\partial z} w D\tau = 0$$

tehát, minthogy $\frac{\partial \phi}{\partial z}$ lehet nem igen kicsiny, a w másodrendű igen kicsiny és így $w = 0$ használható.

Egyebekben a tárgyalás menete a régi.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 április 18.-án tartott üléséből.)

A FEHÉRJENEMŰ ANYAGOK SÓSAV-, NATRIUMHYDROXYD- ÉS KONYHASÓLEKÖTŐ- KÉPESSÉGÉRŐL.

BUGARSZKY ISTVÁN és LIBERMANN LEÓ-tól.

Az a kérdés, hogy a sósavat vizes oldatban fehérjenemű anyagok egészben vagy részben lekötik-e, tudvalevőleg már régen foglalkoztatja a physiologusokat. Legújabban is két nagyon figyelemreméltó dolgozat jelent meg ezen tárgyról: az egyik J. Sjöqvist,* s a másik O. COHNHEIM** értekezése, melyekben a szerzők physikai-chemiai módszerek segélyével, nevezetesen Sjöqvist elektromosságvezetőképesség, COHNHEIM reactionsebesség meghatározása alapján igyekeznek a felvetett kérdésre megfelelni, s egyszersmind annak irodalmát is kimerítően ismertetik. A mi kísérleteink azonban, melyeknek leírása képezi jelen dolgozatunk feladatát, nem szorítkoznak csupán ezen kérdés megvilágítására, hanem arra is kiterjednek, a mi eddig még nem képezte kísérleti kutatás tárgyát, t. i. hogy vizes oldatban milyen mértékben képesek lekötni fehérjenemű anyagok lúgos bázisokat, s esetleg neutralis sókat is. A vizsgálati módszerek, melyeket mi ebből a célból felhasználtunk, szintén physikai-chemiai természetűek, nevezetesen az egyik a *fagyásponpcsökkenés* s a másik az *elektromotoros erő* meghatározásán alapult. Ezeknek a módszereknek azért adtunk előnyt a Sjöqvist-től követett eljárással szemben, minthogy az elektromosságvezető képesség, mint ezt ARRHENIUS*** megállapította,

* Skand. Archiv f. Physiologie, 5, 277.

** Zeitschr. f. Biologie, 33, 489.

*** Zeitschr. f. physical. Chemie, 9, 487.

a nem vezető molekuláknak (s ilyenek a fehérjeanyagok is) már a pusztja jelenléte által csökken, s ezért a vezetőképesség csökkenéséből *egyedül*, mely a sósav vizes oldatánál tapasztalható, ha benne fehérjenemű anyagokat oldunk, nem állapítható meg, hogy mi tulajdonítandó annak a körülménynek, hogy a sósav egy része a fehérjével vegyületbe lép, s hogy mit okoz a fehérjének pusztja jelenléte. SJÖQVIST maga is rámutat erre a nehézségre, s ennek zavaró befolyását a fehérjének sósavlekötőképességére vonatkozólag az elektromosságvezetőképességből nyert értékekre olyképen igyekszik kiküszöbölni, hogy azokat a törvényszerűségeket, melyeket ARRHENIUS nem fehérjetermészetű anyagok vezetőképesség-csökkentő hatására vonatkozólag talált, a fehérjenemű anyagokra is érvényeseknek fogadja el s correctio céljaira felhasználja.

Azon kísérleti eredmények, melyeket COHNHEIM a czukor-inversio sebességének meghatározására alapított módszerrel nyert, s a melyekből az tűnik ki, hogy a sósav vizes oldatában az inversio sebessége fehérjenemű anyagok hozzáadására kisebb lesz, bizonyára abban találja magyarázatát, hogy a sósav egy részét a fehérje lekötötte, s ezáltal annak concentratioja csökkent; de az inversio sebességének csökkenését — legalább részben — az is okozhatja, hogy a fehérjenemű anyagok jelenléte mint mechanikai akadály hat, mi által az oldott molekulák mozgékonyasága, s ez által a reactiosebesség is csökken. Az a, főleg KÜHNE-től * megfigyelt jelenség, hogy a mesterséges gyomornedv emésztő ereje az oldatba kerülő emésztési termények szaporodásával csökken, szintén megengedi ezt az utóbbi magyarázatot is.

A felsorolt okok birtak bennünket arra, hogy a szóban levő kérdés megvilágítására a már említett módszereket válaszszuk, melyek ilyen hibáktól mentesek.

A kísérleteinkre használt fehérjekészítményekre ** vonatkozólag mindenekelőtt a következőket bocsátjuk előre.

Tojásfehérje. A sárgájától gondosan elválasztott tojásfehér-

* Zeitschr. f. Biologie, 29, 1.

** A hol fehérjéről általánosságban beszélünk, ott — rövidség okáért — mindig az albumoset és pepsint is beleértjük.

jét mintegy 20-szoros mennyiségű vízzel hígítottuk, leszűrjük s a szűrletet a sók eltávolítása s a globulinszerű anyagok kiválasztása céljából több hétig tartó dialysisnek vetettük alá. Hogy a rothadást a dialysis alatt megakadályozzuk, dialyzáló folyadéknak kb. 0·02% thymol-tartalmú destillált vizet használtunk. Mikor a dialysatumnak nagyobb, bepárlás által koncentrált mennyiségében sem voltunk képesek chlort kimutatni, a dialyzist megszakítottuk, s a fehérjeoldatot — a bőségesen kivált globulincsapadékról leszűrve — száraz levegőáramban 40 — 50° C-nál beszárítottuk. Az így nyert fehérjekészítmény 12·3% vizet és 2·2% vízben oldhatatlan maradékot, s 0·97% hamut tartalmazott. Az oldatlan részből leszűrt vizes oldat magnesiumsulfáttal történt telítéskor nem zavarodott meg, a mi a globulinszerű anyagok teljes távollétét bizonyítja. Minthogy ilyen hosszú ideig tartó diffusio mellett, a conserváló szer jelenléte dacára, a fehérjének valamelyes baktérium okozta bomlása teljesen kizártnak nem tekinthető, a készítménynek tisztaságát ebből a szempontból is a következőképen ellenőriztük. Ezen készítménynek 1 gr. tiszta fehérjének megfelelő mennyiségét 100 cm. vízben feloldottuk, az oldatot a csekély oldhatatlan maradékról leszűrjük, s a szűrlet egy lemerített részletében KJELDAHL szerint a nitrogent meghatároztuk. A szűrlet egy másik részletében, miután az albumint ecetsav hozzáadása és konyhasóval történt telítés után felforralás útján leválasztottuk s eltávolítottuk, megint nitrogénmeghatározást végeztünk, de a nitrogénnek csak quantitative meg nem határozható nyomait találtuk benne (mely nitrogénnyomok valószínűleg azon fehérjenyomoktól eredtek, melyek a használt leválasztási módszer dacára oldva maradtak). E mellett a meganalisált oldatnak direkt mérés alapján ismert fehérjetartalma pontosan egyezett azzal a fehérjetartalommal, melyet a talált nitrogéntartalomból számítás útján kaptunk.

Az *albumosek* a kereskedésbeli albumosetartalmú peptonból (peptonum siccum ex albumine Merck) állítottak elő, a mely lényegében tulajdonképen albumose volt, s 16% hamut tartalmazott. Úgy a hamú, mint a peptonok eltávolítása céljából megint a dialysist használtuk fel. Mintegy 6 hétig tartó dialysis után, mely alatt mint conserváló szert szintén a thymolt használtuk, nem-

csak a sóknak legnagyobb részét sikerült eltávolítanunk, hanem a peptonokat is. Az ekként nyert, 100°C -nál szárított készítmény az albuminnak csak igen csekély nyomait tartalmazta, s egyébként a tiszta albumose sajátságait mutatta; ammoniumsulfattal történt telítésre a vizes oldatból teljesen kicsapódott. Hamutartalma $1\cdot27\%$ volt.

Pepsin. A szintén MERCK gyarából hozott eredeti készítmény, melynek emésztő ereje $1:4000$ volt, vízben oldva erősen savanyú kémhatást mutatott s hamutartalma mintegy 16% volt. Az utóbbi és a sósav eltávolítása céljából egy hónapig tartó dialysist alkalmaztunk, s azután a pepsinoldatot szobahőmérsékleten bepárolagtattuk; a dialysisnek csekélyebb sikere volt, mint az előbb leírt készítményeknél, a hamutartalom ugyanis még mindig $2\cdot84\%$ volt. A készítmény vízben teljesen és közömbös reactionnal oldódott, igen jól emésztett; víztartalma $20\cdot20\%$ -ot tett ki.

I. Kísérletsorozat. Elektromotoros erőmérések. A módszer a következő elven alapszik. A NERNST-féle galvanáram-elmélet szerint* egy olyan galvanelemnek elektromotoros ereje, mely a következőképen van alkotva:

Pt. hydrogengázban | sav bázis | hydrogengázban Pt.**
a hydrogenionok koncentrációjától függ a sav- és bázis-oldatban. Ha tehát egyik esetben az elem felépítésére *tiszta sósavoldatot*, a másik esetben *fehérjetartalmút* s mindkét esetben *ugyanazon bázisoldatot* használunk, akkor, ha a fehérje a sósav egy részét leköti, minthogy ez által a sósav s így a hydrogenionok koncentrációja is megváltozik, az elem elektromotoros erejének is meg kell változnia szemben az első esetben talált értékkel. Másfelől ha az elem szerkesztésénél *ugyanazt a savoldatot*, s egyik esetben *tiszta natronlúgot*, másik esetben *fehérjetartalmút* használunk, akkor az említett elmélet szerint az elektromotoros erőnek szintén más értéket kell mutatnia, ha a fehérje a natriumhydroxyd egy részét leköti; ennek okát alább bővebben ki fogjuk fejteni.

* Zeitschr. für physikal. Chemie, 4, 129.

** V. ö. OSTWALD, Zeitschr. f. physik. Chemie, 11, 51. NERNST, u. o. 14, 155.

A megbeszélt elem elektromotoros erejének (π) értékét a következő egyenlet szolgáltatja:

$$\pi = \frac{RT}{\varepsilon_0} \log \text{nat} \frac{C_H}{x_H},$$

melyben R az úgynevezett általános gázállandót, T az abszolút hőmérsékletet, ε_0 az elektromosság chemiai egységét jelenti, C_H a hydrogenionok koncentracióját a sav-, x_H a bázisoldatban fejezi ki. Ha az elektromotoros erőt voltokban, az elektromosság mennyiségét coulombokban akarjuk kifejezni, akkor az $\frac{RT}{\varepsilon_0}$ állandó értéke 25°C -nál, mely hőmérsékleten mi a méréseket végeztük (minthogy $T=273+25$, $R=83000000$ erg, $\varepsilon_0=96540$ coulomb s 1 voltcoulombnyi elektromos energia 10000000 erggel egyenlő):

$$\frac{RT}{\varepsilon_0} = 0.0256;$$

végül ha a természetes logarithmusok helyett a BRIGGS'-féléket vezetjük be (az ismeretes $\log \text{nat} x = 2.3026 \cdot \log_{10} x$ összefüggés alapján), az elektromotoros erő kiszámítására alkalmas következő egyenletet nyerjük:

$$\pi = 0.0590 \log_{10} \frac{C_H}{x_H}. \quad \text{Ia)}$$

Hogy az említett kísérleti berendezés mellett mi okozza az elektromotoros erő fellépését, arra a tapasztalattal eddig minden esetben jól egyező NERNST-féle galvanáram-elmélet a következő feleletet adja.* A hydrogennek (épen úgy mint a fémeknek) megvan az a törekvése, hogy (természetesen pozitív elektromossággal megtöltött) ionjait az oldószerbe küldje, miáltal az pozitív, maga a hydrogengáz pedig negatív elektromos lesz. Ennek a törekvésnek mérőszámát *elektrolytos oldási feszülésnek* hívják. Minél több ilyen (hydrogen-) ion van már eleve az oldatban, annál kevesebb iont képes a hydrogen oldási feszülésénél fogva a folyadékba küldeni, minthogy a már oldatban levő hydrogenionok partialis

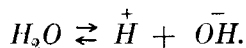
* V. ö. THAN. A kísérleti chemia elemei, I. k., 496—505 old.

osmosis-nyomásukkal újabb hydrogenionok behatolásának ellene működnek. Ezek után tehát könnyen be lehet látni, minek kell történnie, ha hydrogengáz érintkezésbe jut sósav vizes oldatával. A sósav ugyanis — a modern VAN'T HOFF-ARRHENIUS-féle oldatelmélet szerint — híg vizes oldataiban túlnyomó részben positiv elektromossággal megtöltött hydrogenionokból (H^+), és negativ elektromosságot tartalmazó chlorionokból (\bar{Cl}) áll, s ezek az ellentétesen elektromos hydrogen- és chlorrészecskék egymástól több tekintetben egészen függetlenek. Ennélfogva bizonyos concentratiojú sósav-oldat már eleve bizonyos számú hydrogeniont tartalmaz (a térfogategységben), s azok partialis osmosisnyomásukkal újabb ilyen hydrogenrészecskék behatolása ellenében annál nagyobb ellenállást fognak kifejteni, minél nagyobb maga ez a partialis nyomás, tehát a sósav concentratioja épúgy, mint a hogy a gázkeverék annál nagyobb ellenállást fejt ki valamely alkatrésznek újabb behatolásával szemben, minél nagyobb annak az elegyalkatrésznek partialis gáznyomása. Ezekből az is következik, hogy hydrogengázzal érintkezésben a csekélyebb concentratiojú sósav-oldat, vagy valamely más elektrolyt oldata, melyben a hydrogenionok concentratioja csekélyebb (ilyen pl. a natriumhydroxyd vizes oldata is, mint ezt alább meg fogjuk mutatni), több hydrogeniont fog magába fogadni s így erősebb mértékben lesz positiv-elektromos, mint a concentráltabb sósavoldat, mely szintén hydrogengázzal áll érintkezésben; bár úgy az egyik mint a másik esetben a hydrogengáz részéről az oldatba hatoló hydrogenionok mennyisége csak véghetetlen csekély lehet, minthogy a positiv és negativ elektromosság elválása folytán felébresztett elektrosztatikai hatások, mint könnyen belátható, szintén az oldási feszülés ellenében működnek, s támogatva az osmosis nyomás által csakhamar akkora értéket vesznek fel, mely az oldási tensiot már compensálni s így újabb hydrogenionok behatolását megakadályozni képes.

Ha tehát két ilyen oldatot, mindkettő érintkezésben állván hydrogengázzal, melyen keresztül platinelektrodok mint polusok merülnek, egymással hébercsővel összekötünk s azután az elemet zárjuk, akkor világos, hogy a positiv áramnak az *elemen belül* a hígabbtól a concentráltabb felé, az *elemen kívül* pedig természete-

sen az ellenkező irányban kell folynia; a higabb oldat felett levő hydrogengázból tehát hydrogenionok fognak oldatba menni, a concentráltabb oldat felett pedig abból kilépni, hogy indifferens gázállapotba menjenek; az áram iránya lehet olyan, mely a sarkokon a hydrogenionokra vonatkozólag fennálló koncentrációkülönbségeket kiegyenlíteni igyekszik. Minthogy ilyen szerkezetű galvanelem nem polarizálódhatik, tehát az ú. n. megfordítható galvanelemek csoportjába tartozik, elektromotoros erejének kiszámítására felhasználhatjuk az energetika tételeit, s ilyen úton jutott NERNST a már előrebocsátott egyenlethez.

Hogy vizes bázisoldatoknak is kell hydrogenionokat tartalmazniok, abból a körülményből következik, hogy a víz maga is elektrolýt, s ionjai $\overset{+}{H}$ és \bar{OH} . A víz disszociatio-foka ugyan igen csekély, a mi már a tiszta víznek igen rossz elektromosságvezetőképességéből is következtethető, de ezt a mi problémánknál elhanyagolni épenséggel nem szabad, hanem a chemiai egyensúly tételeinek alkalmazása mellett gondosan figyelembe kell venni. A chemiai statika pedig azt tanítja, hogy a vízben chemiai egyensúly áll fenn egyfelől annak nem disszociált molekulái s másfelől az elektrolýtes disszociatio terményei $\overset{+}{H}$ és \bar{OH} -ionok közt, mint ezt symbolikusan a következő egyenlet fejezi ki:



Ebben az egyenletben a kettős, egymással ellentétes irány felé mutató nyíl annak az érzékitésére szolgál, hogy itt két olyan chemiai átalakulásról van szó, melyek egymás mellett egyidejűleg folynak le s egyik a másiknak átalakulási terményeit megint visszaalakítja; egyensúly idejében a két ellentétes¹ átalakulás sebessége egyforma (stationär állapot), vagyis állandóan a víznek mindig bizonyos törtrésze, bár *nem* mindig ugyanazon molekulák vannak disszociálva, míg a másik rész disszociálatlan. Ezen egyensúly állapotra jellemző a következő, a víz elektrolýtes disszociatioja terményeinek, a hydrogen- és hydroxylionoknak concentratioja *

* A «concentratio» kifejezés alatt mindig az oldat 1 literében foglalt (gramm-) molekulák, illetőleg (gramm-) ionok számát fogjuk érteni.

(C_H és C_{OH}) között fennálló összefüggés :

$$C_H \cdot C_{OH} = \text{konst.} = K.$$

Ezen egyenletből következik, hogy az OH -ionok koncentrációjának növekedése (mi pl. akkor történik, mikor vízben natriumhydroxydot oldunk fel, mely tudvalevőleg Na^+ és \bar{OH} -ra disszociál) maga után kell hogy vonja a hydrogenionok koncentrációjának csökkenését, mert csak úgy maradhat az előbbi szorzat állandó. Ez a feltétel könnyen teljesíthető, t. i. olyképen, hogy a hydrogenionok egy része a hydroxylionok egy részével indifferens vízzé egyesül, s ez által a még fennmaradó szabad hydrogenionok koncentrációja a megfelelő kis értékre csökken. Ha az utóbbit x_H -val jelöljük, s a natriumhydroxyd oldása által a vízbe vitt hydroxylionok koncentrációját C_{OH} fejezi ki, s végül ha a víztől eredő hydroxylionok koncentrációjának jele x_{OH} (természetesen $x_{OH} = x_H$), akkor kell, hogy álljon :

$$x_H(x_{OH} + C_{OH}) = K.$$

Ha a hozzátett hydroxylionok koncentrációja igen nagy a tiszta víz hydroxylion-tartalmához viszonyítva (s ilyen esetekkel van dolgunk már nagyon hig vizes lúgoknál is, mert a tiszta víz 1 literben csak ca. 0.0000001 gramm-ion OH -t tartalmaz), x_{OH} -t a C_{OH} mellett elhanyagolhatjuk s a fenti egyenletből lesz egyszerűen

$$x_H \cdot C_{OH} = K,$$

miből

$$x_H = \frac{K}{C_{OH}}.$$

Ha ezt az értéket az Ia) alatti egyenletbe behelyettesítjük, elemünk elektromotoros erejét a következő egyenlet szolgáltatja :

$$\pi = 0.0590 \log_{10} \frac{C_H \cdot C_{OH}}{K}. \quad \text{Ib)}$$

Ez a kifejezés azonban nem adja egész pontosan a leírt elem teljes elektromotoros erejét, mert a hol a bázis- és savoldat egymással érintkeznek, ott szintén potentialkülönbség lép fel ; ennek az

értéke nem elhanyagolhatóan csekély, s azért ezt számításunknál nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A hol sósavoldat és nátronlúg érintkeznek egymással, mindenekelőtt természetesen az érintkezési felületen konyhasó fog keletkezni. Azonban a sósav és konyhasóoldat között egyrésről, s a konyhasó és nátronlúg között másfelől szintén potential-különbségnek kell fellépni.

Az első esetben a hydrogen és natriumionok mozgékony-sága nem egyforma lévén ($H = 325$, $Na = 49.2$), a savoldat negatív-, a konyhasóoldat pozitív elektromos lesz ($HCl \mid NaCl$); a második esetben, minthogy a hydroxylionok mozgékonyabbak, mint a chlorionok ($OH = 167$, $Cl = 70.2$), a konyhasóoldatban kell negatív, s a nátronlúgban pozitív elektromosságnak felhalmozódni az érintkezési felületen ($NaCl \mid NaOH$). Minthogy az egyenlő koncentratiojú sósav- és natriumhydroxydoldat érintkezési helyén keletkező chlornatriumoldat koncentratioja félakkora mint a mellette levő oldatoké, mely körülmény a szóban levő potential-különbségek értékének kiszámítását komplikálja, azért mi már előre ugyanakkora koncentratiojú konyhasóoldatot iktattunk a sósav- és natriumhydroxyd-oldat közé.

M. PLANCK * berlini physikusé az érdem, hogy egész általánosságban megoldotta azt a problémát, milyen nagy a tetszés szerinti elektrolyt-oldatok érintkezési helyén fellépő elektromotoros erő (azon esetben, mikor a dissociatio teljesnek tekinthető, s csupa egyenlő vegyértékű ionok vannak oldva). Az elektromotoros erő értékét (φ) ugyanis egy ilyen diffusio-galvanelemnél a következő képlet adja

$$\varphi = -\frac{RT}{\epsilon_0} \log \text{nat } \xi,$$

ha ξ értéket a következő transcendens egyenlet segítségével

$$\frac{\xi U_2 - U_1}{V_2 - \xi V_1} = \frac{\log \frac{c_2}{c_1} - \log \xi}{\log \frac{c_2}{c_1} + \log \xi} \cdot \frac{\xi v_2 - c_1}{c_2 - \xi v_1}$$

* WIEDEMANN, Annalen der Physik 39, 161, 40 561.

kiszámítottuk. Itt c_1 jelenti az összes positiv (vagy negativ) ionok concentratioját az egyik, c_2 a másik oldatban; U -t nyerjük, ha azon szorzatok összegét képezzük, melyeket kapunk, ha az egyes positiv ionok concentratioját ($c_1, c_{II}, c_{III}, \dots$) megsokszorozzuk az illető ion vándorlási sebességével ($u_1, u_{II}, u_{III}, \dots$); míg V hasonló módon az egyes negativ ionok concentratiojának (c_1, c_2, c_3, \dots) s vándorlási sebességének (v_1, v_2, v_3, \dots) szorzataiból adódik:

$$U = u_1 c_1 + u_{II} c_{II} + u_{III} c_{III} + \dots,$$

$$V = v_1 c_1 + v_2 c_2 + v_3 c_3 + \dots$$

Az 1 és 2 index az U és a V mellett a PLANCK-féle egyenletben azt fejezi ki, vajjon az utóbb említett összegek az első vagy a második oldalra vonatkozólag képzendők-e.

Ha a sósav- és konyhasóoldat érintkezési helyén fellépő potentialkülönbséget ($HCl; NaCl$) φ -vel, s azt, mely keletkezését a konyhasóoldatnak natronlúggal való érintkezési helyén ($NaCl | NaOH$) nyeri, ψ -vel jelöljük, akkor, minthogy a két utóbbi helyen fellépő elektromotoros erők — mint könnyen be lehet látni — a főáram erejével ellentétes irányúak, a főáram elektromotoros erejéből levonásba hozandók, ha az elem eredő tényleges elektromotoros erejét (pontosan) ki akarjuk számítani:

$$E = 0.0590 \log_{10} \frac{C_H \cdot C}{K} - \varphi - \psi. \quad II.$$

Abban az esetben, ha az elemben a sósavoldatban *fehérje* is van jelen, s ez a sósav egy részét leköti, meg fog változni a C_H s ezáltal a φ értéke is, míg C_{OH} és ψ természetesen a régi értéket megtartja. Tehát írhatjuk

$$C_{OH} = \text{const.}; \quad \psi = \text{const.} = a;$$

minthogy pedig igen híg vizes oldatban a natriumhydroxyd teljesen disszociálnak tekinthető, s ilyen volt az általunk használt natronlúg is (t. i. 0.05 normal), a hydroxylionok concentratioját egyenlőnek vehetjük magával a lúgnak concentratiojával:

$$C_{OH} = C_{NaOH}.$$

Ha az elem elektromotoros erejét a fehérje hozzáadása előtt E_0 -val, s a hydrogenionok concentratioját a sósavoldatban C_{HO_0} -val jelöljük, melyet természetesen megint a sósav eredeti concentratiojával egyenlőnek vehetünk, $C_{HO_0} = C_{HCl}$, továbbá ha említett esetben a φ értéket φ_0 -val jelöljük, akkor

$$E_0 = 0.0590 \log_{10} \frac{C_{HCl} \cdot C_{NaOH}}{K} - \varphi_0 - a,$$

s fehérje hozzáadására

$$E = 0.0590 \log_{10} \frac{C_H \cdot C_{NaOH}}{K} - \varphi - a.$$

A felső egyenletből az alsót levonva, nyerjük

$$E_0 - E = 0.0590 \log_{10} \frac{C_{HCl}}{C_H} + \varphi_0 - \varphi. \quad 1)$$

Ez az egyenlet fejezi ki a törvényt, mely szerint elemünk elektromotoros ereje változni fog, ha a sósav oldatában a hydrogenionoknak s így magának a sósavnak is a concentratioja más lesz; a mi esetünkben természetesen azon okból, mert a hozzá tett fehérje a sósav egy részét leköti s egy sósavfehérjevegyület keletkezik, melynek disszociáló képessége (legalább a mi a hydrogenionokra való bomlást illeti) elhanyagolható csekély, vagy legalább is lényegesen más fokú, mint a sósavé.

A φ -nek egészen pontos kiszámításához szükséges volna természetesen, hogy a sósavoldatban a fehérje hozzáadása után is az összes jelenlévő ionok concentratioját és vándorlási sebességét ismerjük. Ha azonban a képződött fehérjesósavvegyület disszociatioja által oldatba került ionok concentratioja a sósavtól származó ionok concentratiojához viszonyítva igen csekély, akkor az elsőik jelenlététől a számításnál eltekinthetünk, a nélkül, hogy ez által számba jövő hibát követnénk el*; s ez annál is inkább meg van engedve, minthogy a $\varphi_0 - \varphi$ mennyiség úgy is csak correctioérték szerepét játszsza. A mi méréseink másfelől igazol-

* V. ö. BUGARSZKY J. Mathematikai és természettudományi értesítő, 15, 38.

ják (l. alább) azt a felvételt, hogy az újonnan keletkező fehérjesósavvegyület dissociatioja nem jelentékeny.

Hogy kiszámíthassuk a talált elektromotoros erőből, hogy a hozzátett fehérje mennyi sósavat kötött le, a következő eljárást követtük. Először graphikus eljárással a közelítő értéket kerestük ki. Ebből a célból először annak felvétele mellett, hogy folyton növekedő fehérjemennyiség hozzáadására a sósavnak mind nagyobb és nagyobb mennyisége lesz lekötve, előre kiszámítottuk az elem elektromotoros erejét ezen különböző esetekre; azután egy derékszögű sikkoordinátarendszerben az abcissatengely mentén felraktuk a $\frac{C_{HCl}}{C_H} = k$ viszony BRIGGS-féle logarithmusait, az ordinata-tengely mentén pedig az $E_0 - E$ differentiákat, vagyis az elektromotoros erőben beálló változások értékeit (0.001 volt = 1 mm). Ezen adatok alapján nyert görbét viszont felhasználtuk arra, hogy a változó mennyiségű fehérje hozzátétele után talált elektromotoros erőértékhez, illetőleg az $E_0 - E$ differentiához megkeressük a hozzátartozó $\frac{C_{HCl}}{C_H}$ viszony közelítő értékét; ennek segélyével kiszámítottuk a $\varphi - \varphi_0$ correctiotag értékét, s azután az 1) egyenlet alapján

$$\log_{10} \frac{C_{HCl}}{C_H} = \frac{E_0 - E + \varphi_0 - \varphi}{0.0590} \quad A)$$

a $\frac{C_{HCl}}{C_H}$ viszony végérvényes értékét nyertük.

Könnyen belátható, hogy ha a fehérjét natronlúghoz adjuk hozzá, a sósavoldatban a hydrogenionok concentratioja az alatt folyton állandó marad, valamint a φ potentialkülönbség is

$$C_H = \text{const.} = C_{HCl}; \quad \varphi = \text{const.} = b.$$

Ha továbbá megint a 0 indexet használjuk azon értékek felüntetésére, melyek a fehérje hozzáadása előtti állapotra vonatkoznak, s ha analog módon, mint előbb a sósavval tehetjük, C_{OH_0} helyett C_{NaOH} -t írunk, akkor a II) egyenletből következik:

$$E_0 = 0.0590 \log_{10} \frac{C_{HCl} \cdot C_{NaOH}}{K} - \phi_0 - b$$

$$E = 0.0590 \log_{10} \frac{C_{HCl} \cdot C_{OH}}{K} - \phi - b,$$

s így

$$E_0 - E = 0.0590 \log_{10} \frac{C_{NaOH}}{C_{OH}} + \phi_0 - \phi \quad 2)$$

miből

$$\log_{10} \frac{C_{NaOH}}{C_{OH}} = \frac{E_0 - E + \phi_0 - \phi}{0.0590} \quad B)$$

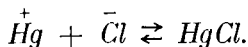
A natriumhydroxyd lekötött mennyiségének kiszámításánál egészen úgy jártunk el, mint a sósavnál.

Annak a kérdésnek eldöntésére, hogy a sósav vizes oldatában a fehérje a chlorionokat is leköti-e, olyan galvanelemet használtunk fel, mely a következő minta szerint volt alkotva:

$Hg \mid HgCl \text{ (szil.) } \mid HCl \text{ (old.) } \mid NaCl \text{ (old.) } \mid NaBr \text{ (old.) } \mid HgBr \text{ (szil.) } \mid Hg$. Ennek az elemnek elektromotoros erejét a kifejtett elvek alapján a következő egyenlet szolgáltatja:

$$E = 0.0590 \log_{10} \frac{x_{Hg}}{y_{Hg}} - \varphi - \chi \quad IIIa)$$

hol x_{Hg} jelenti a mercurionok concentratioját a sósav-, y_{Hg} a natriumbromidoldatban, míg φ a sósav- és konyhasóoldat, ellenben χ a konyhasóoldat és bromnatriumoldat érintkezési helyén fellépő potentialkülönbséget fejezi ki. Ha ezen elemben a sósavoldathoz fehérjét adunk, s az a sósavat egészben vagy részben leköti, akkor ennek folytán ott a chlorionok concentratiojának csökkennie, s az elem elektromotoros erejének növekednie kell, mint ez az alább felállítandó egyenletekből következik. Ezen egyenleteket megelőzőleg fel kell említenünk, hogy a calomel telített oldatában (s ilyennek kell tekinteni azt a folyadékkeletet, melyben higany felett szilárd calomel van suspendálva) egyensúly áll fenn egyrésről a szilárd calomel és a feloldódott között, s másfelől az utóbbinak oldatban lévő nem disszociált molekulái és ionjai (Hg^+ és \bar{Cl}) között a következő egyenlet értelmében:



Ha ezek után a sósavból eredő chlorionok concentratioját C_{Cl} , a calomelből származókéét x_{Cl} , a mercurionok concentratioját x_{Hg} fejezi ki (s természetesen $x_{Hg} = x_{Cl}$), akkor a chemiai tömeghatás törvényéből következik,* hogy egyensúly idejében a nevezett ionok concentratioja között a következő összefüggésnek kell fennállania:

$$x_{Hg}(x_{Cl} + C_{Cl}) = \text{const.} = K'.$$

Minthogy pedig a calomel vízben igen nehezen oldható (szobahőmérsékleten telített oldata ugyanis csak kb. 0.00001 normal), x_{Cl} -t a C_{Cl} mellett ($C_{Cl} = 0.05$) mint hozzáadandót elhanyagolhatjuk, s ekkor írhatjuk:

$$x_{Hg} \cdot C_{Cl} = K'$$

miből

$$x_{Hg} = \frac{K'}{C_{Cl}},$$

s ha ezt az értéket a IIIa) alatti egyenletbe behelyettesítjük,

$$E = 0.0590 \log_{10} \frac{K'}{C_{Cl} \cdot y_{Hg}} - \varphi - \chi;$$

a mi kísérleti berendezésünknel azonban a χ potentialkülönbség nem változik,

$$\chi = \text{const.} = c$$

és épúgy y_{Hg} is megtartja mindig eredeti értékét

$$y_{Hg} = \text{const.} = \gamma$$

úgy, hogy a IIIa) alatti egyenlet helyett írhatjuk

$$E = 0.0590 \log_{10} \frac{K}{C_{Cl} \cdot \gamma} - \varphi - c. \quad \text{IIIb)}$$

Ha megint a 0 indexet használjuk azon értékek megjelölésére, melyek azon esetre, mikor fehérje nem adatott a sósavhoz,

* V. ö. NERNST, Zeitschr. für physik. Chemie, 4, 372.

vonatkoznak, a IIIb)-ból lesz (ha C_{Cl_0} vagyis a chlorionok eredeti concentratioja helyébe a sósav eredeti concentratioját (C_{HCl}) írjuk, a mi ugyanazon okból, a melyet a gázelemnél felhoztunk, meg van engedve):

$$E_0 = 0.0590 \log_{10} \frac{K'}{C_{HCl} \cdot \gamma} - \varphi_0 - c.$$

S ha az utóbbi egyenletet a IIIb)-ból kivonjuk

$$E - E_0 = 0.0590 \log_{10} \frac{C_{HCl}}{C_{Cl}} + \varphi_0 - \varphi \quad 3)$$

miből

$$\log_{10} \frac{C_{HCl}}{C_{Cl}} = \frac{E - E_0 + \varphi - \varphi_0}{0.0590} \quad (4)$$

A chlorionok lekötött mennyiségének a 3) és C) alatti egyenletek alapján való kiszámítása czéljából ugyanazt az eljárást követtük, melyet az 1) és A) alatti egyenletekkel kapcsolatban leírtunk.

Hasonló szerkezetű elemet, de természetesen azzal a különbséggel, hogy benne sósav helyett chlornatriumot alkalmaztunk, használtunk annak a kérdésnek az eldöntésére is, hogy a tojásfehérje vizes oldatban képes-e konyhasót lekötni.

A használt gázelemek alakja lényegében olyan volt, mint azoké, melyeket először R. LÖWENHERZ* írt le, s melyek kényelmesen felhasználhatók hasonló természetű kérdések eldöntésére. Mi azonban konyhasóoldattal megtöltött hengerüveg helyett egyszerűen konyhasóoldattal megtöltött (mintegy 1 mm. belső átmérővel bíró) hébercsövet használtunk a savat és lúgot, s azok felett a hidrogengázt tartalmazó edénykéek összekötésére.

Az elektrodok platinálásához a KOHLRAUSCH által ajánlott ólomtartalmú platinchloridoldatot használtuk.** A hidrogengáz és sósav-, illetőleg a hidrogengáz és natriumhydroxydoldat felvételére szolgáló edénykéek dimensioi úgy voltak választva, hogy megtöltésükhöz 10 cm. oldat elegendő volt. A sósav concen-

* Zeitschr. für physikal. Chemie, 20, 283.

** Wiedem. Annalen der Physik und Chemie, 60, 145.

tratioja mindig 0·05 normal (0·182%-os) volt; s épen ezt a concentratiót azért választottuk, minthogy ez a természetes gyomornedv sósavtartalmát nagyon megközelíti. Ugyanez volt mindig a használt nátronlúg és konyhasóoldat concentratioja, t. i. 0·05 normal. A hydrogengázt a kereskedésbeli vegytiszta zinkből és kénsavból fejlesztettük.

Az általunk használt higanyelemek alakja ugyanaz volt, melyet egyikünk egy más alkalommal kipróbált és igen alkalmasnak talált.* Az ezen elemek megtöltésére használt valamennyi oldat concentratioja szintén 0·05 normal volt.

Az elektromotoros erő mérésére POGGENDORFF-DU BOIS REYMOND ** jól ismert compensatio módszerét használtuk. Ellenállás szekrényül egy EDELMANN-féle rheostat szolgált (a rheostat összesen 11110 ohm ellenállással bírt s legkisebb ellenállása 1, a legnagyobb 4000 ohm volt). Árammutatónak igen érzékeny astatikus tükörgalvanometert használtunk, melynek belső ellenállása 8000 ohm volt; mint normalelem egy a német birodalmi physikai-technikai intézet által hitelesített CLARK-elem szolgált. Állandó hőmérsék fenntartása czéljából az elemek thermostatban állottak, melynek hőmérséklete állandóan 25° C volt.

A gázelemek elektromotoros erejének mérését többször egymásután végeztük (1/2 órai időközökben), míg az állandónak nem mutatkozott, a mi 6—24 óra alatt következett be, mert a további ingadozások azután már legfőlebb $\pm 0\cdot0015$ voltot tettek ki. Az elemek nem egészen szigorú állandósága által származható hibát az elektromotoros erő értékében azáltal igyekeztünk a lehető minimumra redukálni, hogy ugyanazon concentratiojú oldatokkal ismételten méréseket végeztünk, újabb és újabb töltések után megint megmérték az elektromotoros erőt. A higanyelemek elektromotoros ereje igen állandó volt; az ingadozások itt csak néhány tizezredrész voltot tettek ki.

Összes méréseink eredményeinek *közéértékei* a következő táblázatokban vannak összeállítva. Az első rovatban (g) a fehérje mennyisége van grammokban, mely az illető oldat 100 kcm.-ében

* Zeitschr. für anorg. Chemie. 14, 145.

** KOHLRAUSCH, Leitfaden der prakt. Physik. (7. kiadás) 313.

lett feloldva; a másodikban van a talált elektromotoros erő voltokban; a harmadik rovat ($E-E_0$) kifejezi, hogy mennyivel csökkent az elem eredeti elektromotoros ereje (s egy táblázatban, hogy mennyivel növekedett $E-E_0$) az illető fehérjemennyiség hozzá-tételére; a negyedik $\left(\frac{C_{HCl}}{C_H}, \text{illetőleg } \frac{C_{NaOH}}{C_{OH}}\right)$ kifejezi, hogy hány-szor nagyobb az eredeti sósavoldat, illetőleg natronlúg concen-tratiója, mint a sósavnak, illetőleg natriumhydroxydnak a fehérje hozzáadása után még szabadon maradt mennyisége; az ötödik (p) rovat azt mutatja, hogy a hozzá tett fehérje a sósav, illetőleg natriumhydroxyd eredeti mennyiségének hány százalékát kötötte le $\left(p = 100 - \frac{C_H}{C_{HCl}} \cdot 100, \text{illetőleg } = 100 - \frac{C_{OH}}{C_{NaOH}} \cdot 100\right)$; vé-gül a hatodik rovat (r) azt a viszonyt fejezi ki, a melyben a hozzá-tett fehérje mennyisége áll a lekötött sósav, illetőleg natrium-hydroxyd (absolut) mennyiségéhez $\left(r = \frac{0.182 \cdot p}{100 \cdot g}, \text{illetőleg } r = \frac{0.200 \cdot p}{100 \cdot g}\right)$.

I. Táblázat: Albumin + 0.05 n. HCl. Gázelem.

g	E	E_0-E	$\frac{C_{HCl}}{C_H}=k$	p	r
0	0.617 (E_0)	0	1	0	—
0.4	0.6162	0.0017	1.10	9.00	0.042
0.8	0.6144	0.0035	1.23	18.90	0.044
1.6	0.6104	0.0075	1.50	33.30	0.038
3.2	0.6013	0.0166	2.50	60.20	0.034
6.4	0.5432	0.0747	29.10	96.56	0.027
12.8	0.4825	0.1354	307.0	99.67	0.014

II. Táblázat: Albumin + 0.05 n. HCl. Higanyelem.

g	E	$E-E_0$	$\frac{C_{HCl}}{C_{Cl}}=k$	p	r
0	0.0965 (E_0)	0	1	0	—
0.4	0.1002	0.0037	1.12	10.70	0.048
0.8	0.1038	0.0073	1.25	20.20	0.046
1.6	0.1125	0.0160	1.61	38.—	0.044
3.2	0.1296	0.0331	2.78	64.—	0.037
6.4	0.1415	0.0450	4.17	76.—	0.022

III. Táblázat: Albumin + 0·05 n. *NaOH*. Gázelem.

<i>g</i>	<i>E</i>	$E_0 - E$	$\frac{C_{NaOH}}{C_{OH}} = k$	<i>p</i>	<i>r</i>
0	0·6179 (E_0)	0	1	0	—
0·8	0·6152	0·0027	1·17	14·40	0·0350
1·6	0·6128	0·0051	1·39	27·40	0·0340
3·2	0·5966	0·0153	2·50	60·20	0·0370
6·4	0·5530	0·0649	33·60	97·00	0·0300
12·8	0·5014	0·1165	450·0	99·88	0·0156

IV. Táblázat: Albumin + 0·05 n. *NaCl*. Higanyelem.

100 kem. oldathoz adott albumin-mennyiség <i>g</i>	0	0·4	0·8	1·6	3·2	6·4
Elektromotoros erő <i>E</i>	0·1287	0·1280	0·1279	0·1278	0·1281	0·1275

V. Táblázat: Albumose + 0·05 n. *HCl*. Gázelem.

<i>g</i>	<i>E</i>	$E_0 - E$	$\frac{C_{HCl}}{C_H} = k$	<i>p</i>	<i>r</i>
0	0·6179 (E_0)	0	1	0	—
0·25	0·6165	0·0014	1·07	6·80	0·049
0·50	0·6152	0·0027	1·15	13·50	0·049
1·00	0·6121	0·0058	1·35	26·20	0·048
2·00	0·6075	0·0104	1·82	45·00	0·041
4·00	0·5680	0·0499	10·90	90·80	0·041
8·00	0·5059	0·1120	126·0	99·21	0·022

VI. Táblázat: Albumose + 0·05 n. *NaOH*. Gázelem.

<i>g</i>	<i>E</i>	$E_0 - E$	$\frac{C_{NaOH}}{C_{OH}} = k$	<i>p</i>	<i>r</i>
0	0·6179 (E_0)	0	1·00	0	—
0·50	0·6118	0·0061	1·47	31·0	0·124
1·00	0·6049	0·0131	2·21	54·9	0·110
2·00	0·5913	0·0266	4·94	79·8	0·080
4·00	0·5560	0·0619	28·80	96·53	0·048
8·00	0·3808	0·2371	147000	99·99932	0·025

VII. Táblázat: Pepsin + 0·05 n. HCl. Gázelem.

g	E	$E_0 - E$	$\frac{C_{HCl}}{C_H} = k$	p	r
0	0·6179 (E_0)	0·0010	1·00	0	—
0·38	0·6160	0·0019	1·10	9·20	0·055
0·75	0·6145	0·0034	1·19	16·00	0·039
1·50	0·6123	0·0066	1·41	29·20	0·035
3·00	0·6030	0·0149	2·29	56·30	0·034
6·00	0·5230	0·0949	59·30	98·30	0·030

A közölt táblázatokból a következő tűnik ki: 1. a *sósavat a fehérjenemű anyagok* tényleg *lekötik*; 2. úgy az *albumin* mint az *albumose* vizes oldatban a *natriumhydroxydot* is *lekötik* (ezeket a kísérleteket pepsinnél azért nem végeztük, mert az alkalmas anyagot már előzőleg egészen felhasználtuk volt); *tojásfehérje* a *konyhasót* vizes oldatban *nem képes lekötni* (v. ö. a 4. tábl.).

A mi a sósav-lekötőképességet illeti (v. ö. 1., 5., 7. tábl.), általában azt tapasztaljuk, hogy a sósavnak a fehérjék által lekötött mennyisége az utóbbiaknak mennyiségével eleintén arányosan, később azonban már lassabban nő, miből olyan egyensúlyállapotra kell következtetnünk, mely maga után vonja a képződött sósavfehérjevegyületből a componenseknek (t. i. a sósavnak és fehérjének) a regenerálódását. Végül a közölt értékekből az is kitűnik, hogy elegendő mennyiségű fehérjeanyagok jelenlétében a sósav *gyakorlatilag* teljesen lekötöttnek tekinthető; ezzel az esettel állunk pl. szemben, ha a fehérjéknek mennyisége a sósav (absolut) mennyiségét (0·182%-os oldatban) mintegy 50-szeresen felülmulja.

A tojásfehérjével végzett kísérletekből az tűnik ki, hogy az nemcsak a hydrogenionokat (1. tábl.), hanem a chlorionokat (2. tábl.) is lekötí, s hogy ez eleinte equivalens mennyiségben történik. Ha azonban a sósav lekötött mennyisége több mint 60%-át teszi már ki az eredeti mennyiségének, chlorionok feleslege mutatkozik az oldatban a hydrogenionokkal szemben. Ez a következő következtetést engedi vonni arra nézve, hogy milyen a képződött fehérjesósav-vegyület constitutioja vizes oldatban. A fehérjesósav-vegyület vizes oldatban olyan módon disszociál,

hogy fehérjehydrogenre (melyet talán albuminiumnak nevezhetünk) és chlorionokra esik szét; e szerint a constitutioja analog lenne a chlorammoniuméval; míg azonban az utóbbi már mérsékeltén hígított (0·05 n. — 0·01 n.) vizes oldataiban teljesen dissociálnak tekinthető, addig az albuminiumchloridra vonatkozólag fel kell vennünk, hogy ekkor még messze van a teljes dissociatio állapotától. Ekkor ugyanis önként következik, hogy eleinte, míg a sósavnak aránylag csekély része kötöttet le a fehérje által, az aránylag nagy számban jelenlévő, a le nem kötött sósavtól eredő chlorionok az újonnan képződött fehérjesósav-vegyület különben sem jelentékeny dissociatioját nagyon le fogja nyomni (a mi által a chlorionok többlete mérhetetlen kicsinyre süllyed); ellenben később, a még szabad sósav mennyiségének s így a chlorionoknak is folytonos csökkenésével, az albuminiumchloridnak dissociatioja albuminium- és chlorionokra már jóval csekélyebb vagy számba alig jövő mértékben fog akadályoztatni, s a chlorionok feleslege, a (még szabad) hydrogenionokkal szemben a mérésnél már mutatkozni fog.

A mi az albuminnak és albumosenak natriumhydroxyd-lekötőképességét illeti, méréseinkből az következik (v. ö. 3. és 6. tábl.), hogy a natriumhydroxyd lekötött mennyisége eleinte a hozzátett fehérje mennyiségével arányosan nő, hogy azonban később az utóbbi mennyiségének további szaporításánál az arányosság megszűnik. Ez a jelenség a chemiai egyensúlyállapotra enged következtetni, mely egyrészt a képződött albumin-, illetve albumose-natriumhydroxyd, s másfelől ezeknek componensei mint bomlási terményeik között (vizes oldatban) fennáll. 0·05 n. oldatban a natriumhydroxyd mintegy 50-szeres mennyiségű albumin és 25-szörös mennyiségű albumose által gyakorlatilag teljesen lekötöttet; tehát az albumosek jóval több natriumhydroxydot képesek lekötni, mint a tojásfehérje. Ha a savkötőképességet összehasonlítjuk a bázis-lekötőképességgel, az tűnik ki, hogy a tojásfehérjének ugyanazon mennyisége több sósavat, mint natriumhydroxydot, és fordítva az albumosek lényegesen több natriumhydroxydot képesek lekötni, mint sósavat.

II. Kísérletsorozat. Fagyáspontmeghatározások. A fagyáspont meghatározását az ismeretes BECKMANN-féle fagyasztó készülékkel végeztük.

lék és thermometer segélyével végeztük. A BECKMANN-féle hőmérő $1/100^\circ$ -okra volt osztva, úgy hogy $1/1000^\circ$ C. még becsülhető volt. Minden kísérletsorozatnál legelőször is a thermometer 0-pontját, t. i. a tiszta destillált víz fagyáspontját állapítottuk meg. Hogy a fagyáspont értéke gyanánt lehetőleg pontos és megbízható adatokat nyerjünk, a következőkre ügyeltünk: 1. hogy a hűtőkeverék fagyáspontja állandóan $-2 - 3^\circ$ C. legyen; 2. hogy a megfagyasztandó oldat keverése lehetőleg egyenletesen történjék; 3. hogy csekély mennyiségű jég s finom jegeczekben szétosztva válják ki; 4. minden meghatározásnál 4 leolvasás történt, melyek kettőjénél a hőmérő az állandó fagyáspontot emelkedés, a másik kettőnél leszállás közben érte el. Ezen kautelák megtartása folytán sikerült a fagyáspontcsökkenésre vonatkozólag egymásközt $0.001 - 0.004^\circ$ -nyira egyező értékeket nyernünk.

Legelőször azt a fagyáspontcsökkenést határoztuk meg, melyet a fehérjenemű anyagok *maguk* változó mennyiségben, tiszta vízben feloldva, okoznak. A mérési eredmények a következő táblázatokban vannak összeállítva, melyekben g a 100 kem. vízben feloldott fehérje mennyiségét, δ° a talált fagyáspontcsökkenést jelenti.

VIII. Táblázat: Albumin vízben.

g	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8
δ°	0.002	0.004	0.006	0.009	0.015	0.022	0.044

IX. Táblázat: Albumose vízben.

g	0.25	0.50	1	2	4	8
δ°	0.004	0.008	0.013	0.020	0.033	0.060

X. Táblázat: Pepsin vízben.

g	0.375	0.75	1.5	3	6
δ°	0.012	0.024	0.048	0.079	0.167

[Ezen értékek, mellesleg megjegyezve, mindjárt felhasználhatók a *tojásfehérje*, az *albumose* és a *pepsin* (ha az utóbbinál erről szabad beszélni) *molekulasúlyának* kiszámítására. Ebből a célból azonban nem észszerű az ezen táblázatokban felsorolt összes egymáshoz tartozó értékeket felhasználni, mert a fagyáspontcsökkenés igen kicsiny értékénél a fagyáspont meghatározásánál elkövetett hiba ($\pm 0.002^\circ$) az eredmény értékét nagyon befolyásolja; azért a molekulasúly kiszámítására tanácsosabb a táblázatoknak csak utolsó értékeit felhasználni. Hogy a készítmények hamútartalma miatt correctiot alkalmazhassunk, a

6.4 gr. tojásfehérjéből,
4 gr. albumoseból és
3 gr. pepsinből

nyert hamút 100 – 100 kcm. vízben feloldottuk, s ezen hamúoldatok fagyáspontját szintén meghatároztuk. Ezt megfelelőleg

0.003, – 0.002, – 0.010° C.-nak találtuk. Ezen értékeknek figyelembe vétele mellett a 8. táblázat 2 utolsó értékpárjából mint a *tojásfehérje* molekulasúlya (kikerekítve) adódik 6400 s a 9. és 10. táblázat 3 utolsó értékpárjából az *albumose* molekulasúlya gyanánt nyerünk (közéértékben s kikerekítve) 2400-at, s a *pepsin* molekulasúlya gyanánt (ha ugyan szabad a pepsint homogen vegyületnek tekinteni) 760-at.]

Arra vonatkozó méréseink eredményei, hogy miként változik meg a sósav, honyhasó és natriumhydroxyd vizes oldatának fagyáspontja változó mennyiségű fehérje hozzáadására, a következő táblázatokban vannak összeállítva. Az első oszlop (*g*) kifejezi, hogy hány gramm fehérjét oldottunk fel az illető oldat 100 kcm.-ében; a másodikban van a talált fagyáspontcsökkenés (*J*); a harmadik rovatban (*I*) az áll, mekkorának kellene lennie az oldat fagyáspontcsökkenésének, ha az oldott molekulák száma az odakerült fehérjemolekulák számával megszorodott volna; a negyedik oszlopban van a különbség (*I—J*) az eként számított és tényleg talált fagyáspontcsökkenés között, a mely különbség tehát a fehérjének chemiai hatása folytán *eltűnő*, s így az újonnan *képződő* molekulák számával is *arányos* mennyiség.

XI. Táblázat: Albumin + 0·05 n. *HCl*.

<i>g</i>	<i>A</i>	<i>D</i> (0·186 + δ)	<i>D—A</i>
0	0·186	0·186	0
0·2	0·184	0·188	0·004
0·4	0·181	0·190	0·007
0·8	0·172	0·192	0·020
1·6	0·146	0·195	0·049
3·2	0·101	0·201	0·101
6·4	0·087	0·208	0·121

XII. Táblázat: Albumin 0·05 n. *NaOH*.

<i>g</i>	<i>A</i>	<i>D</i> (0·181 + δ)	<i>D—A</i>
0	0·181	0·181	0
0·8	0·162	0·187	0·025
1·6	0·151	0·190	0·039
3·2	0·116	0·196	0·080
6·4	0·097	0·203	0·106
12·8	0·115	0·225	0·110

XIII. Táblázat: Albumin + 0·05 n. *NaCl*.

<i>g</i>	<i>A</i>	<i>D</i> (0·183 + δ)	<i>D—A</i>
0	0·183	0·183	0
0·4	0·186	0·187	+ 0·001
0·8	0·191	0·189	— 0·002
1·6	0·194	0·192	— 0·002
3·2	0·199	0·198	— 0·001
6·4	0·203	0·205	+ 0·002

XIV. Táblázat: Albumose + 0·05 n. *HCl*.

<i>g</i>	<i>A</i>	<i>D</i> (0·186 + δ)	<i>D — A</i>
0	0·186	0·186	0
0·25	0·184	0·190	0·006
0·50	0·178	0·194	0·014
1·00	0·167	0·199	0·032
2·00	0·148	0·206	0·058
4·00	0·116	0·219	0·103
8·00	1·156	0·246	0·090

XV. Táblázat: Albumose + 0·05 n. NaOH.

g	A	D (0·188 + δ)	$D - A$
0	0·188	0·188	0
0·50	0·180	0·196	0·016
1·00	0·166	0·201	0·035
2·00	0·143	0·208	0·065
4·00	0·133	0·221	0·088
8·00	0·161	0·248	0·087

XVI. Táblázat: Pepsin + 0·05 n. HCl.

g	A	D (0·184 + δ)	$D - A$
0	0·184	0·184	0
0·375	0·187	0·196	0·009
0·750	0·190	0·208	0·018
1·500	0·180	0·232	0·052
3·000	0·170	0·263	0·093
6·000	0·140	0·351	0·211

Ezekből a táblázatokból ugyanaz tűnik ki, mint az elektromotoros erő meghatározása által nyert értékekből, t. i. hogy a *fehérjenemű anyagok vizes oldatban úgy a sósavat mint a natriumhydroxydot lekötni képesek*, a konyhasót azonban nem; ugyanis — a konyhasóra vonatkozó mérések kivételével — mindenütt azt találtuk, hogy fehérjenemű anyagok hozzáadására további *fagyáspontcsökkenés helyett ellenkezőleg a fagyáspont emelkedése mutatkozik*, mi nem enged más magyarázatot, mint azt, hogy az oldatba került fehérje-molekuláknak a már eredetileg oldva levő sósav, illetőleg natriumhydroxydmolekulákra gyakorolt hatására összetettebb molekulák keletkeztek, s ennek folytán a molekulák száma csökkent.

E táblázatokból továbbá az mutatkozik, hogy miután már bizonyos mennyiségű fehérje, nevezetesen 6·4 gr. tojásalbumin s 4 gr. albumose a sósav, illetőleg natriumhydroxydoldathoz már hozzáadatott, további fehérjemennyiség hozzáadására a fagyáspont már megint csökken, és pedig — a kísérleti hibák határain belül — épen az újonnan oldatba vitt molekulák számának meg-

felelőleg; pepsinnél 6 gr.-nál nagyobb mennyiség hozzáadására a legnagyobb valószínűséggel ugyanez mutatkozott volna (minek kísérleti kivitele megfelelő anyag hiányában maradt el). Ez a körülmény (annak felvétele mellett, hogy a fehérjének eleinte hozzátett mennyisége teljesen a sósavhoz, illetőleg natriumhydroxydhoz van kötve, a mi azok után, miket az elektromotoros erő mérésénél tapasztaltunk, csak megközelítőleg helyes) következtetést enged vonni arra nézve, hogy a különböző fehérjenemű anyagok hány molekulája szükséges, hogy (0.05 *n.* oldatban) a sósavat, illetőleg natriumhydroxydot gyakorlatilag teljesen lekötötnék tekinthessük. A 8., 9. és 10. táblázatok szerint ugyanis 6.4 gr. albumin 100 kcm. vízben oldva 0.022° , 4 gr. albumose 0.033° , 6 gr. pepsin 0.167° fagyáspontesökkenést okoz, s ezek tehát azok az értékek, melyek a nevezett anyagok molekulaszámával arányosak, s melyek feloldására a sósav, illetőleg natriumhydroxyd (0.05 *n.* oldatban) gyakorlatilag teljesen lekötetik. A viszony tehát a lekötött sósav-, s illetőleg natriumhydroxyd-molekulák és az albuminmolekulák száma között $\frac{0.185}{2} : 0.022$;

albumosenál ez a viszony $\frac{0.185}{2} : 0.033$; s végül pepsinnél $\frac{0.105}{2} :$

0.167. S így (egész számokban kikerekítve) *egy* molekula *tojásfehérje négy* molekula sósavat s ugyanannyi natriumhydroxydot; *egy* molekula *albumose három* molekula sósavat és ugyanannyi natriumhydroxydot; s végül *két* molekula *pepsin* csak *egy* molekula sósavat képes lekötni.

A FOGPULPA ÉS SEBGANGRÆNA EGY ÚJ BACTERIOLOGIAI TÉNYEZŐJÉRŐL.

ÁRKÖVY JÓZSEF-től.

Azon makacsság, melyet az idült fogmedri tályog (abscessus alveolaris chronicus) a gyógykezeléssel szemben kifejteni szokott, arra indított engemet, hogy az ezen betegségnél közreműködő tényezők felderítésére vonatkozólag kísérletes vizsgálatokat végezzek. Minthogy ezen betegség hosszabb tartama, illetve recidivái arra engedtek következtetni, hogy a kezelés alatt a kórokozó mikroorganizmusoknak csak egy része megy tönkre és hogy a recidivák valamelyik mikroorganizmusfajnak nagy ellentálló képességére vezethetők vissza: egy elkülönítő módszert vettem alkalmazásba, mely abból állott, hogy erőlyesen ható fertőztelenítő anyagokat használva, in vivo igyekeztem elkülöníteni az ellentállóbb, illetve életképesebb mikroorganizmusokat. Ily módon sikerült is az üszkös gyökesatornából egy mikroorganizmus tiszta tenyészetét nyernem, melynek *bacillus gangraenae pulpae* nevet adtam.

A *bacillus gangraenae pulpae* az alakváltoztató (pleomorph) bacteriumok közé tartozik. Gelatinán tenyésztve 4 μ hosszú pálczikákat képez, melyek sokszor 145° szög alatt párosával állanak; agar-agon tenyésztve coccusalakok látszanak. Nagyon kimerült táptalajon a bacillusok spórákat termelnek, azonban csak gyér számmal, úgy hogy felvehető, miszerint a vegetatív alakszaporodás az uralkodó. Gram szerint festhető; methylenkék a coccus-alakot nehezen festi. A tenyészetek lisztvorszerű apró fehér telepekből állanak; 30 óra alatt elfolyósítják a gelatinát, a reactio erősen lúgos.

Állatok a fertőzéssel szemben különféleképen viselkednek. Bőr alul fertőzött egerek hasmenés tünetei között 4—12 nap alatt pusztulnak el; vérükben a bacillusok kimutathatók. Házi nyulak hosszú időn át 39.5 C°-ig terjedő hőmérséketet mutatnak; egy részük tönkremegy. Galambok ellentállónak bizonyultak. A vérből visszaoltás mesterséges táptalajra nem sikerül. Hasonlóképpen nem sikerült a bőrön gangrénát előidézni, nyilván azért, mert egészséges szövetbe történt a beoltás.

Ezen és más, itt mellőzött részletek* azt a következtetést engedik meg, hogy a jelzett mikroorganizmus a proteus-csoportba tartozik és csak egy tulajdonságával, tudniillik spórátermelő-képességével hajlik az oedema malignum-csoport felé. Egyik-másik tulajdonsága alapján összehasonlítható a következő ismert bacteriumokkal: bacillus fuscans (MILLER), bacillus septicus ulceris gangrænosus (STERNBERG), Art No. V. Caries-Pilz (GALIPPE és VIGNAL), Art O. Caries-Pilz (C. JUNG). Már távolabb állanak a hasonlóságban a proteus vulgaris (HAUSER), a bacillus proteus lethalis (BABES), a bacillus pyogenes gingivæ (MILLER) stb. Legtöbb tulajdonságára nézve a YUNG-féle «O Caries-Pilz»-hez hasonlít, de azért ezzel sem azonos.

A bacillus gangrænæ pulpæ sajátosságainak tanulmányozása alapján bátran mondható, hogy az jelentékeny szerepet játszik a szájban található bacteriumok között és hogy domináló tényező a fogpulpa gangrénájának előidézésében.

Másrészt valószínű az is, hogy a sebűszök létrehozásában is jelentékeny szerep jut neki.

Ép fogpulpákon végzett kísérletek ugyanis kimutatták, hogy a bacillus gangrænæ pulpæ tiszta tenyészetével a klinikailag körülírt pulpa gangræna idézhető elő. A mi pedig előfordulásának gyakoriságát illeti: 43 eset közül 41-ben (95.34%) volt a szájban (nyál, fogcaries, gangræna pulpæ, abscessus alveolaris chronicus stb.) kimutatható. Míg ugyanazon esetekben staphylococcus pyogenes aureus 34.88%-ban, streptococcus pyogenes 23.25%-ban, sta-

* A dolgozat egész terjedelmében a «Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde» című folyóiratban fog megjelenni.

phylococcus pyogenes albus pedig 18·60%-ban találtatott. A sebgangræna vizsgált 5 esete közül 3-ban találtam meg. Hogy a pulpa gangrænátelőidéző mikroorganismus azonos azzal, melyet a vizsgált esetekben a sebgangrænában találtam, azt a különböző táptalajokon különböző módon készített tenyészetek egyező volta bizonyítja.

A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 ápril 18.-án tartott üléséből.)

ADATOK A FOGCRIES ÆTIOLOGIAJÁHOZ.

ÁRKÖVY JÓZSEF-től.

Ugyanazon szájbactérium, melyet bacillus gangrænæ pulpæ név alatt írtam volt le, jelentékeny szerepet játszik a fogcaries ætiológiájában is. Ez utóbbira nézve az uralkodó felfogás egy chemico-parasitär elméletben állapodott meg, mely szerint a száj-üregben képződött savak a mézsókat feloldják, minek következtében a mikroorganizmusok behatolhatnak a fogállományba, hol részben fentartják, részben pedig folytatják a kórfolyamatot. Ezen felfogás szerint tehát a sav jelenléte mellőzhetetlen föltételét képezte a caries keletkezésének.

Kísérletes vizsgálataim azonban olyan eredményekre vezettek, melyek a sav jelenlétének szükségességét kétséges színben tüntetik fel. Három teljesen ép, kihúzott fogat a bacillus gangrænæ pulpæ agar-agar-tenyészetébe ágyaztam be és körülbelül egy év múlva (1894 szeptember 26-tól 1895 november 21-ig) következő leletet állapíthattam meg:

1. A táptalaj erősen lúgos hatásúvá vált.
2. A fogak zománczostól fellágyultak, és pedig a periferián jelentékeny, a pulpa-üreg felé kisebb mértékben.
3. Az egész fellágyult terület halványbarna színt öltött.

A készítményeket végleges fellágyítás és szeletekre metélés után mikroszkop alatt vizsgálva kiderült, hogy 1. a bacillus gangrænæ pulpæ a dentíncsatornácskába behatolt és 2. a dentíncsatornácskák tágabbak lettek. Minthogy pedig a fogcariesnek pathohistologiai ismertető jeleit épen ezek képezik, nem lehet kétségbe vonni, miszerint a bacillus gangrænæ pulpe egymaga is

képes mesterséges fogcariest létrehozni, még pedig lúgos kémhatású közegben.

Csupán egy jellegző tünet hiányzott, tudniillik a cavernaképződés a dentintubulusok összefolyásából. Ennek kimaradása azonban valószínűleg a táptalaj nedvességhiányára vezethető vissza.

Vizsgálataimból tehát a következő tények derülnek ki:*

1. A bacillus gangrænæ pulpæ épen úgy tekinthető caries-bacteriumnak, mint a Miller-féle α , β , γ , δ , ϵ és a Jung-féle «Caries-Pilz»-ek; a különbség a bacillus gangrænæ pulpæ előnyére az, hogy ez egymagában is elegendő caries előidézésére.

2. Fogcaries létrejöhet nemcsak savanyú, hanem határozottan és erősen lúgos kémhatású közegben is.

3. Azon felfogás (MILLER), mely szerint a caries-pigmentumot nem mikroorganismus okozza, hanem vas jelenléte az illető kóros szövetben, nem tartható fenn, mert a vizsgált esetekben a legérzékenyebb vas-reagenssek sem adtak reactiót.

4. A sokat kutatott cariespigmentum kérdését is valószínűleg eldönti a bacillus gangrænæ pulpæ, mint a mely egészen határozottan egymaga képes pigmentálni a fog szilárd állományait.

* A dolgozat egész terjedelmében a «Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde» című folyóiratban fog megjelenni.

ADATOK A CALCIUM ISMERETÉHEZ.

LENGYEL BÉLA r. tagtól.

Első közleményemben* ismertettem a calciumnak nagyobb mennyiségben való előállítási módját elektrolysis útján. A tek. Akadémia kegyes volt engemet anyagi támogatásban részesíteni, a mi lehetővé tette a földfémek előállítási módjára úgy berendezkedni, hogy e fémek most kényelmesen és nagyobb mennyiségben állíthatók elő. Így vált lehetővé a calcium eddigelé alig ismert chemiai tulajdonságainak tanulmányozását megindítani.

A calcium higanynyal könnyen amalgamálódik. Ha calciumot higanynyal kissé megmelegítünk, a calcium eléggé könnyen oldódik fel a higanyban. Az amalgam sűrű s több calcium jelenlétében szilárd. A levegőn oxydálódik, mi közben nem csak calciumoxyd, hanem egyszersmind mercuriooxyd is keletkezik. Vízrel hydrogent fejleszt.

Itt emlitem meg azt is, hogy a calciumreszelék kaliumchlorattal robbanó keveréket ad. E keverék meggyújtva, mint a puskapor fellobban. A keletkező vakító fény azonban actinicus sugarakat úgy látszik nem tartalmaz, mert a kísérlet, vele photographiai felvételt csinálni, igen gyenge negatívot eredményezett s ez is talán inkább a kaliumsugaraktól keletkezett.

Idézett értekezésemben már leírtam a calciumhydrid vagy calciumhydrogen, CaH_2 keletkezését és ez új vegyület szembeötlőbb sajátságait. Pótlásképen itt még annyit kell e vegyület keletkezésére vonatkozólag megemlítenem, hogy a calcium és

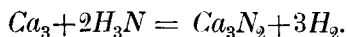
* Math. és Természettud. Értesítő XIV. k. 2. füz.

hydrogen nem csak vörös izzáson, hanem közönséges hőmérsékleten is egyesülnek egymással. Az ezredéves kiállításon mintegy 30—40 gr. calcium volt kiállítva, mely tágasabb üvegesőbe hydrogennel volt beforrasztva. A csövet előzőleg igen gondosan megtisztított és megszáritott hydrogennel töltöttem meg, azután belé raktam a szintén hydrogenáramban fényesre reszelt calciumdarabokat és a csövön hosszabb ideig hydrogent vezetvén keresztül, hogy a levegő utolsó nyoma is kiűzessék, a csövet leforrasztottam. Már a kiállítás tartama alatt feltűnt, hogy a calcium erős fémfénye mindinkább bágyadtabbá válik s a beforrasztása óta eltelt másfél év alatt fémfényét elvesztette és szürke kéreggel vonódott be. A csövet nagyító üveggel gondosan megvizsgálván, kitűnt, hogy azon a legcsekélyebb repedés sincs és így a calcium elváltozását nem okozhatta az esetleg betódult levegő. Hogy meggyőződjem, vajjon a hydrogent a calcium megkötötte-e, a csövet petroleum alatt nyitottam fel. A cső teljesen légüresnek bizonyult s így kétségtelenné vált, hogy a hydrogent a calcium nyelte el és hogy az a szürke, poros kéreg, mely a calcium felületén képződött, nem lehet más, mint calciumhydrogen.

Calcium és nitrogen. Calcium és nitrogen nehezen egyesülnek egymással. 2—2½ grnyi calciumreszeléket fényesre csiszolt vascsonakban égetőcsőben helyezünk el s eléje előbb oxydált és ismét reducált réztekercset teszünk. Miután a készülékből a levegőt ammoniumnitritből előállított, tiszta, gondosan megszáritott nitrogennel kiűztük, a csövet előbb a réztekercs helyén, később a vascsonak alatt vörös izzásra hevítjük. A nitrogen és calcium e hőmérsékleten is csak igen lassan hatnak; 2—2½ óra múlva a calcium feketésszürke tömeggé alakult át. Ekkor nitrogenáramban engedjük a készüléket kihűlni s a vascsonak tartalmát a levegőtől jól elzárva teszszük el. Nem könnyű elérni azt, hogy az ekként kapott termék vízzel ne pezseljen, a mi arra vall, hogy változatlan calcium marad, mely vízzel hydrogent fejleszt. A keletkezett termék calciumnitrid, vízzel calciumhydroxydra és ammoniára bomlik. Chemiai alkata valószínűleg Ca_3N_2 . Azért mondom valószínűleg, mert e testnek analysisét nem végeztem, mivel e célra nem kaptam eléggé tiszta állapotban. Mindazonáltal chemiai összetétele, Ca_3N_2 , nem csupán vízhez való viszonyából következik, hanem

abból is, hogy a calcium és ammonia egymásra való hatásából ez a test keletkezik.

Calciumnitrid. Ez az eddigelé nem ismert vegyület calciumnak száraz ammoniában való hevítése révén keletkezik:



Calciumdarabkákat, vagy még czélszerűbben calciumreszeléket tiszta vascónakban nehezen olvadó üvegcsőben helyezünk el, s a csövön száraz ammoniát vezetünk keresztül. Ha a calciumot vörös izzásra hevítjük, megindul és simán folyik a reactio. Itt is nehéz elérni, hogy az átalakulás teljesen befejeződjék, mert az ammoniából fejlődő hydrogen a calcium egy részét calciumhydriddé alakítja át s így a termék kevés calciumhydridet mindig tartalmaz.

A calciumnitrid szürkés, alakatlan tömeg, mely a levegőn lassanként elbomlik. Vizzel calciumhydroxyd és ammonia lesz belőle s ez a reactio alapul szolgál a test elemzésére. Az elemzés a következő módon végeztetett. Az anyag egyik lemért részlete vízzel elbontatván, megmértem a fejlődő hydrogen térfogatát; másik lemért részletben pedig vízzel és hígított sósavval való elbontás után meghatároztam a calciumot és ammoniát. A hydrogen mennyiségéből kiszámítható a calcium, mely mint calciumhydrid volt jelen, s ezt levonva az összes calciumból, megkapjuk a nitrid alakjában jelen volt calciumot. Ez eljárás szerint három elemzés végeztetett: kettő egy előállítású anyaggal, egy pedig újabban előállított anyaggal. A kísérleti adatok a következők:

I. 1. 0·0739 gr. anyag adott 2·48 cm³ (0° és 760 mm.) hydrogent azaz 0·00022 gr.-ot.

0·0376 gr. anyag adott 0·0068 gr. ammoniát és 0·026 gr. calciumot. Ez adatokból számítva, a nitrogenhez kötött calcium mennyisége 0·025 gr., a nitrogen mennyisége 0·0056 gr. E számoknak a megfelelő atomsúlyokkal való hányadosai úgy állanak egymáshoz, mint 1·5 (Ca) : 1 (N) a miből az N_2Ca_3 képlet következik.

2. Ugyanazon előállítású anyagból lemeretett 0·0459 gr., ez adott 0·0318 gr. calciumot és 0·0086 gr. ammoniát. A calciumhydridnek megfelelő calciumot az 1. alatti kísérleti adat alapján leszámítva, 0·0305 calciumra esik 0·00714 gr. nitrogen. A meg-

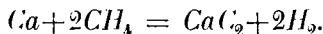
felelő atomsúlyokkal való hányadosok úgy viszonylanak, mint $1.49 (Ca) : 1 (N)$.

II. 0.0399 gr. anyag adott 1.72 cm^3 (0° és 760 mm.), azaz 0.00015 gr. hydrogent.

0.0412 gr. anyag adott 0.0314 gr. calciumot és 0.0080 gr. ammoniát. Ez adatokból számítva a nitrogenhez kötött calcium mennyisége 0.0300 gr., a nitrogené pedig 0.00742 gr. E számoknak az atomsúlyokkal való hányadosai úgy viszonylanak egymáshoz mint $1 (N) : 1.41 (Ca)$.

Az elemzési adatok, noha az elemzés kevés anyaggal végeztetett, mert nagyobb mennyiségű calciumnak átalakítása nagy nehézséggel jár, határozottan a Ca_3N_2 képletre utalnak, a mi a hasonló vegyületek összetételével megegyezik.

Calcium és methan. Calciumreszelék tiszta, száraz methan áramban hevítve lassanként szürke tömeggé alakul át. A szürke tömeg vízzel hevesen bomlik. Nagymennyiségű gáz képződik, melyet eudiometerben fogtam fel. A gáz szaga elárulja, hogy acetylen van benne, a miről még inkább meggyőző az, hogy az eudiometerbe bocsátott ammoniás cuprochloridoldat a gáz egy részét elnyeli, mi közben cuproacetylen válik le mint csapadék. A cuprochloridtól el nem nyelt gáz tiszta hydrogennek bizonyult, a mennyiben elégetésekor széndioxyd nem képződött. Ezek alapján fölsőlegesen mutatkozott ez irányban quantitativ kísérletet végezni, a mennyiben a qualitativ vizsgálat is kétségtelenné teszi, hogy a reactio a calcium és methan között vörös izzáson a következő egyenlet szerint megy végbe:



Valószínű, hogy a keletkező hydrogen a calcium egy részét calciumhydriddé alakítja és így a termék calciumcarbid és calciumhydrid keverékéből áll.

Calcium és aethyljodid. Mintegy 2 gr. calciumreszeléket megfelelő mennyiségű aethyljodiddal beforrasztott üvegsőben előbb vízfördőn, később a Carius-féle kemenczében hevítettem. A hőmérsékletet lassanként egész 200° -ig emeltem s e hőmérsékleten néhány óráig hevült a tömeg. A calcium megtartotta fémfényét s

az aethyljodid is, leszámítva csekély megsárgulását, változatlan maradt.

A calciumaethyl előállítására megkísérlettem azt a módot, melyet a zinkaethyl előállítására használunk. Calciumamalgamot megfelelő mennyiségű aethyljodiddal lombikban, mely megfordított hűtővel volt ellátva, mintegy $1\frac{1}{2}$ légköri nyomás alatt 36 órán át hevítettem. A ledestillált folyadék tiszta aethyljodidnak bizonyult. A maradékból gyenge melegítésre könnyű, fehér, fénylő lemezkék sublimáltak, melyek azonban calciumot nem, hanem higanyt és jodot tartalmaztak s így valószínűleg higanyaethyljodidból állottak.

A kísérletek tehát, calciumaethylt calciummal és aethyljodiddal a szokásos módon előállítani, nem jártak sikerrel.

A calcium chemiai jellemének tanulmányozása folyamatban van s remélhető, hogy az őszi ülésszak alatt abban a helyzetben leszek, hogy ismét néhány újabb adatot fogok a tek. Akadémia elé terjeszthetni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898. május 16.-án tartott üléséből.)

A VÉRSAVÓ MOLEKULARIS CONCENTRATIOJÁRÓL.*

BUGARSZKY ISTVÁN-tól és TANGL FERENCZ-től.**

Azon haladás, melyet a chemia a VAN'T HOFF megállapította oldat-elméletnek köszön, az élettani chemia terén már eddig is az életfolyamatok megértésére nagy jelentőségű ismeretekhez vezetett. Mily termékenynek bizonyult az állati és növényi folyadékok osmosis nyomásainak vizsgálata egymagában is. Elég itt utalnunk PFEFFER, H. DE VRIES, DRESER, HAMBURGER, KORÁNYI, HEIDENHAIN, COHNSTEIN, HEDIN dolgozataira. Annál fontosabbak és kíváncsiabbak az oly irányu vizsgálatok, melyek a VAN'T HOFF-féle oldatelméletnek és ezzel összefüggésben NERNST és PLANCK-nak az oldott anyagok diffusiójára és elektromos vezetőképességére vonatkozó theoriájának keresztülvitele révén a molekularis concentratio viszonyaiba sokkal mélyebb bepillantást engednek, mint az osmosis-nyomás egymagában. Ezért feladatunkul tűztük ki, hogy alkalmas physikai-chemiai és első sorban elektro-chemiai módszerekkel az illető folyadékokat ily irányban rendszeres vizsgálatoknak vessük alá.

Ezen közleményünkben különböző állatok vérsavójának vizsgálatáról számolunk be.

Vizsgálataink czélja volt: először megállapítani a vérsavóban oldott összes molekulák számát, továbbá meghatározni, hogy ezen molekulák hányadrésze szerves (nem elektrolyt) és hányadrésze szervetlen (só, elektrolyt).

* Közlemény a m. kir. állatorvosi akadémia vegytani és élettani intézetéből.

** Különös köszönettel tartozunk WELLMANN O. assistens úrnak, a ki kiváló buzgósággal vett részt a vizsgálatokban.

Az összes molekuláknak concentratioja, mint ismeretes, leg-egyszerűbben megállapítható az oldat fagyáspontjának megállapításával. A fagyáspont ugyanis, mint collequativ tulajdonság, csakis az oldott *molekulák számától függ*, ezzel egyszerűen arányos és ennek megfelelőleg független az oldott molekulák anyagi minőségétől.

Ha n jelenti az oldat 1000 cm³-ben lévő oldott gramm-molekulák számát, és Δ a talált fagyáspontcsökkenést fejezi ki, akkor

$$\frac{\Delta}{n} = \text{const.} = 1,85^\circ \text{ C.}$$

Ezen egyenletből látszik, hogy ha $n = 1$, akkor $\Delta = 1,85$, vagyis ha 1 liter vízben 1 gramm-molekula van oldva, akkor az oldat fagyáspontjának csökkenése 1,85° C., miért is 1,85 állandót *molekularis fagyáspontcsökkenés*-nek nevezik. Ha tehát valamely oldat fagyáspontcsökkenését 1,85-tel elosztjuk, megkapjuk az oldott *gramm-molekulák*, a *molok* számát, mint a hogy a gramm-molekulákat *Ostwald*dal rövidség okáért ezentúl nevezni fogjuk.

Hogy a vérsavó só-(szervetlen) molekuláinak concentratioját kiszámíthassuk, a vérsavó elektromos vezetőképességét mértük meg.

Az elektromos áram ugyanis, a mint azt már FARADAY és HITTORF megállapították, oldaton — másodrendű vezetõn — keresztül vándorló ionok által vitetik. Az ARRHENIUS-féle elektrolytes dissociatio-theoria szerint pedig elektrolyteknek híg oldatában a molekulák legnagyobb része — akkor is, ha elektromos áram nem megy rajta keresztül — szétesett ionjaira. Ebből önként következik, hogy minél több ion van egy oldatban, annál nagyobb elektromos vezetőképessége; a vezetőképesség, mint először KOHLRAUSCH megállapította, additio természetű, az egyes ionok vezetőképességének összegével egyenlő. De az összes ionok számán kívül a vezetőképesség az egyes ionok vándorlási sebességétől is függ (NERNST-PLANCK), mely azoknak chemiai természete szerint különböző. Vizes oldatban csak savak, bázisok és sók vannak disszociálva, minél fogva csak ezek vezetik az elektromos áramot.

Az oldatban netalán jelenlevő nemvezetõ molekulák jelenlétük által a vezetőképességet concentratiojuk arányában csökkentik.

Ha a felhozottakat a vérsavóra alkalmazzuk, akkor annak vezetőképességét mértékéül tekinthetjük a serum térfogategységében foglalt elektrolýtmolekulák, ionok számának. Ezen ionok majdnem mind szervesnek, mert a savóban a szintén disszociáló organikus sók (tejsavas, zsírsavas, húgysavas sók) oly minimalis mennyiségben vannak, hogy az anorganikus ionok mellett bátran figyelmen kívül hagyhatók. Az ionok száma tehát megbízható mértékét képezheti a vérsavó szerves molekuláinak.

Az elektrolýtes disszociatio theoriája értelmében fel kell tennünk, hogy a vérsavóban *Na*, *K*, *Ca*, *Mg*, *Cl*, CO_3 , HPO_4 , SO_4 szerves ionok és ezekhez képest csekély mennyiségben a belőlük megfelelő combinatioval összetett indifferens molekulák, mint *NaCl*, Na_2CO_3 , *KCl* stb. fordulnak elő. A vérsavó hamujában ezek, valamint az ionok is mint chloridok, carbonatok, sulfatok és phosphatok jelennek meg. Ezen ionok közül a vérsavóban a *Na* és *Cl* túlnyomó, mert – az eddigi analysisek szerint – a vérsavó hamujának átlag 70%-a *NaCl*-ből áll. A hamu *Na*-tartalmából, továbbá a vérsavó alkalinitásából és CO_2 -tartalmából kitűnik, hogy a többi nem chlornatriumtól származó ionok legnagyobbbrészt Na_2CO_3 -ból erednek. Ezen quantitativ viszonyokból következik, hogy a vérsavó elektromos vezetőképessége főleg *NaCl*- és Na_2CO_3 -tartalmától függ.

Ezen alapon a vérsavó elektromos vezetőképességét következőképen használtuk fel a szerves molekulák concentratiojának kiszámítására:

Említettük már, hogy a nem vezető molekulák jelenlétükkel az elektromos vezetőképességet csökkentik. A vérsavó vezetőképessége tehát fehérje- és a többi nem vezető szerves molekula jelenléte folytán kisebbnek mutatkozik. Hogy a vezetőképességből a szerves molekulák concentratioját helyesen kiszámíthassuk, ezen csökkentő befolyás nagyságát ismerni kell. ARRHENIUS vizsgálataiból tudjuk, hogy a csökkentő befolyás nagysága arányos a nem vezető anyagok százalékos tartalmával, és meglehetősen független ezen molekulák nagyságától és chemiai természetétől; így legtöbbször 1.5–2%-kal kisebb a vezetőképesség, ha az oldat 1% nem vezető anyagot tartalmaz. Világos tehát, hogy a vérsavóban majdnem kizárólag a fehérje csökkentő befolyása fog érvénye-

sülni, minthogy ebből 7—8% van jelen, míg a többi nem vezető anyagok együtt alig tesznek ki néhány tized százalékot, és így csökkentő hatásuk a vezetőképesség meghatározásánál elkövethető kísérleti hibák határán belül esik.

Annak megállapítására, hogy a vérsavó fehérjei mily mértékben csökkentik a vezetőképességet, két eljárást követtünk: 1. Vérsavót diffundáltattunk tiszta víz felé az egyensúly állapotaig: a külső és belső folyadék vezetőképessége közötti különbség megfelel a serum fehérjék csökkentő befolyásának, miután azok csak a belső folyadékokban voltak. 2. A másik eljárásnál a vérsavót addig diffundáltattuk folyton megújított destillált víz felé, míg a serumból a sók lehetőleg teljesen eltávolodtak. Teljesen hamumentes serumfehérjét nem nyertünk még akkor sem, ha a savót két hónapon át diffundáltattuk, de elértük mégis ily módon azt, hogy az ilyen savó fehérjeje nem tartalmazott többet 0.1% hamunál. Ezen fehérjét, melynek vezetőképességét külön határoztuk meg, ismeretes arányokban kevertük a kidiffundált anyagoknak ismeretes és a vér sőtartalmának megfelelő concentratiojú oldatával, mely utóbbinak vezetőképességét szintén külön megmértük. Így kitűnt, hogy az oldat vezetőképessége a fehérje-tartalommal arányosan csökken oly módon, hogy minden 1% fehérje a vezetőképesség értékét 2.5%-kal szállítja le. Ismerve tehát a vérsavó fehérje-tartalmát, a talált vezetőképességét a következő képlet szerint corrigálhatjuk:

$$\lambda_c = \lambda_t \frac{100}{100 - 2.5 p}$$

a hol λ_c a corrigált, λ_t a talált vezetőképességet, p a savó fehérje-tartalmát százalékokban fejezi ki.

Ezen corrigált vezetőképességből már most kiszámítjuk az anorganikus molekulák számát következőképen:

Titralással (VOLLARD szerint) meghatározzuk a savó *Cl*-tartalmát; minthogy a savó *Na*-tartalma jóval nagyobb, mint a *Cl*-é, mindenesetre az összes *Cl* mint *ClNa* jöhet számításba.

Ha az ily módon megállapított *ClNa*-tartalomnak megfelelő elektromos vezetőképességet KOHLRAUSCH méréseinek felhasználásával kiszámítjuk és az összes corrigált vezetőképességből levon-

juk, e különbség a nem- NaCl -től eredő ionok vezetőképességének felel meg. Minthogy pedig ezek túlnyomó részében a Na_2CO_3 ionjai, vagyis Na és CO_3 , alig követünk el számba jövő hibát, ha e vezetőképességet a Na_2CO_3 ionjainak tulajdonítva, ugyancsak KOHLRAUSCH méréseiből kiszámítjuk, hogy milyen concentratiojú Na_2CO_3 -oldat vezetőképessége egyeznék meg az említett különbséggel. Azon hiba, melyet azáltal követünk el, hogy a K -, Ca -, Mg -sókat, továbbá a Na_2HPO_4 és a csak nyomokban jelenlevő sulfátokat és mindezeknek ionjait Na_2CO_3 -nak és Na - meg CO_3 -nak számítjuk, alig lehet nagyobb, mint az így nyert érték 2—3 századrésze, annál is inkább, mert a Na_2HPO_4 és Na_2CO_3 , Na_2SO_4 mind ternär sók, æquimolekularis oldatokban közel egyező vezetőképességét mutatnak és disszociáló képességük egyforma.

Minthogy az oldatok különböző physikai tulajdonságaiból, (milyenek a fagypont, tensio, forrpont stb.) minden kétséget kizárólag következik, hogy oldatban az ionok úgy szerepelnek, mint a teljes, indifferens molekulák, önként következik, hogy a molekulák számát kifejező értékben ezeknek mint külön molekuláknak szintén benn kell foglaltatniok. Ennek következtében meg kellett állapítanunk, hogy a talált ClNa és a kiszámított Na_2CO_3 milyen mértékben vannak disszociálva, a mi KOHLRAUSCH méréseiből szintén könnyen megtörténhetett.

Mint ismeretes, az a factor (i), mely kifejezi, hogy milyen arányban szaporodik a molekulák száma a disszociatio folytán, a következő egyenlethől számítható ki: $i = 1 + (k - 1)\alpha$, a hol k az illető elektrolyt ionjainak száma, α a disszociatio foka az adott concentrationál. Így ha m lenne a gramm-molekulák száma disszociatio nélkül, a disszociatio folytán a valóságban a molekulák száma leend:

$$n = i \cdot m = m[1 + (k - 1)\alpha].$$

Ezen képlet alapján számítottuk ki, hogy a vérsavó NaCl -ja és az említett módon a disszociatio szempontjából Na_2CO_3 -nak tekinthető egyéb molekulák disszociatio által összesen mennyi molekulát adnak, vagyis hogy *összesen mennyi szervetlen (só-)molekula van a savóban.*

Miután, mint fent kifejtettük, a fagyáspont csökkenéséből

meghatározhattuk a savó összes molekula tartalmát (C), az elektromos vezetőképességből és Cl -tartalomából pedig az ép leírt módon a szervetlen molekulák számát (C_a):

$$C - C_a = C_o$$

a savó szerves molekuláinak számát fogja jelenteni ; a

$$\frac{C_a}{C} 100$$

arányszám pedig kifejezi, hogy a vérsavó összes molekuláinak hány századrésze szervetlen és

$$100 - \frac{C_a}{C} 100,$$

hogy hány százalék szerves.

A vizsgálatainknál használt módszereket illetőleg megemlítjük, hogy a fajsúlyt WESTPHAL-féle mérleggel vagy SPRENGEL-OSTWALD-féle pykrométerrel, a fagyáspont-csökkenést az ismeretes BRCKMANN-féle készülékekkel határoztuk meg az összes kautélák betartásával. Az elektromos vezetőképességet a KOHLRAUSCH-féle eljárás szerint váltakozó árammal és telephonnal mértük. Itt is természetesen betartottuk pontosan az összes kautélákat. Mindig 2—3 meghatározást végeztünk, melyek egymással mindig igen jól egyeztek, s az ezekből nyert középértéket vettük számításaink alapjául. A fehérjetartalmat a KJELDAHL szerint meghatározott nitrogen mennyiségéből számítottuk ki. A Cl -t a vérsavó hamujában VOLHARD szerint titráltuk. A hamvasztás mindig igen óvatosan és a színnek többszörös kivonásával történt. Kevés kivétellel mindig kettős analyseseket végeztünk, 10—10 cm³ savóval.

Vizsgálataink eredményei a következő négy táblázatban vannak összeállítva.

Szám	Fajsúly 18° C.- nál	Fagyás- pont csökke- nés °C.-ban	Specif. elekt. vezető képesség (λ) Siemens-féle higany- egységekben [18° C.] $\lambda \cdot 10^8$	Fehérje tartalom ‰	Hamn tartalom ‰	Chlornatrium tartalom		A vér- savó corrigált elektro- mos vezető képessé- ge λ_c $\lambda_c \cdot 10^8$	Na Cl- nek meg- felelő vezető képessé- ge λ_1 $\lambda_1 \cdot 10^8$	A nem Na Cl elektro- lyteknek megfelelő vezető képessé- ge λ_2 $\lambda_2 \cdot 10^8$
						‰	gr. aequiva- lensek- ben			
A) Ló-serum.										
I.	—	0,556	96,59	7,60	0,724	—	—	119,9	—	—
II.	1,0262	0,552	96,08	7,60	0,785	—	—	119,3	—	—
III.	1,0276	0,547	94,75	7,60	0,753	—	—	117,6	—	—
IV.	—	0,542	93,34	7,60	0,805	—	—	115,9	—	—
1.	1,0232	0,527	95,04	7,60	0,796	0,499	0,086	118,0	74,9	33,1
2.	1,0261	0,531	93,54	7,60	0,845	0,510	0,088	116,2	78,0	38,2
3.	1,0269	0,532	97,13	7,60	0,780	0,462	0,078	120,0	68,2	51,8
4.	1,0289	0,562	97,70	7,60	0,870	0,568	0,098	121,3	84,8	36,5
5.	1,0293	0,550	93,34	7,850	0,800	0,580	0,100	116,1	86,5	30,6
6.	1,0263	0,580	97,68	7,263	0,815	0,534	0,093	119,3	80,7	38,6
7.	1,0269	0,584	97,71	7,407	0,833	0,586	0,101	119,7	87,5	32,2
8.	1,0286	0,572	97,40	7,758	0,795	0,539	0,093	120,9	80,7	40,2
9.	1,0282	0,582	96,97	7,456	0,805	0,534	0,092	119,2	79,8	39,4
10.	1,0252	0,569	98,39	6,423	0,780	0,522	0,090	117,2	78,2	39,0
11.	1,0300	0,571	95,58	8,050	0,850	0,574	0,099	119,6	85,8	33,8
12.	1,0269	0,573	96,56	7,840	0,785	0,528	0,091	119,8	78,3	41,5
13.	1,0307	0,573	93,44	8,015	0,780	0,510	0,088	118,4	78,0	41,8
14.	1,0319	0,587	95,77	8,125	0,770	0,499	0,086	120,1	74,9	45,2
15.	1,0287	0,570	95,49	7,250	0,790	0,493	0,085	117,8	74,0	43,8
B) Marha-serum.										
1.	1,0266	0,629	99,96	8,175	0,850	0,534	0,092	125,0	79,8	45,2
2.	1,0258	0,610	10,43	7,407	0,855	0,577	0,099	127,9	85,8	42,1
3.	1,0260	0,633	10,09	8,062	0,870	0,593	0,102	126,5	88,0	38,5
4.	1,0269	0,621	99,84	7,750	0,860	0,547	0,096	123,8	83,3	39,5
5.	1,0278	0,560	90,22	7,675	0,840	0,534	0,092	111,7	79,8	31,9
C) Birka-serum.										
1.	1,0266	0,612	104,9	7,038	0,910	0,596	0,101	127,3	87,5	39,8
2.	1,0275	0,633	106,0	7,284	0,900	0,579	0,100	129,4	86,5	42,9
3.	1,0290	0,607	103,6	7,419	0,890	0,517	0,098	130,0	84,8	45,2
4.	1,0265	0,621	108,2	6,938	0,930	0,625	0,108	131,0	93,0	38,0
5.	1,0259	0,619	104,4	7,500	0,880	0,676	0,116	128,5	99,0	29,5

Jegyzet. Az I—IV. és 1—4. számú ló-serumok fehérje tartalma gyanánt közölt értékeket nem direkte határoztuk meg, hanem az ott közölt 7.60‰ a lóvérsavó átlagos leggyakoribb fehérjetartalmát fejezi ki.

Szám	Fajsúly (18° C.)	Fagyás- pont csökke- nés Δ	Specif. elekt. vezető képesség (λ) Siemens-féle higany- egységekben 18° C. λ 10 ⁸	Fehérje tartalom ‰	Hamu tartalom ‰	Chlornatrium tartalom		A ver- savó corrigált elektro- mos vezető képessé- ge λ _c λ _c 10 ⁸	Na Cl- nek meg- felelő vezető képessé- ge λ ₁ λ ₁ 10 ⁸	A nem Na Cl elektro- lyteknek megfelelő vezető képessé- ge λ ₂ λ ₂ 10 ⁸
						‰	gr. aequiva- lensek- ben			
D) Sertés-serum.										
I.	1,0304	0,614	106,3	8,14*	0,995	—	—	133,5	—	—
II.	1,0310	0,602	106,3	8,14	0,931	—	—	133,5	—	—
III.	1,0301	0,607	104,7	8,14	0,931	—	—	131,4	—	—
IV.	1,0280	0,567	97,20	8,14	0,882	—	—	122,0	—	—
1.	1,0326	0,613	102,4	8,14	1,030	0,522	0,090	128,6	78,2	50,4
2.	1,0262	0,588	103,3	8,14	1,004	0,522	0,090	129,7	78,2	51,5
3.	1,0288	0,603	111,3	8,14	0,965	0,581	0,095	139,7	82,4	57,3
4.	1,0308	0,592	104,5	8,14	0,900	0,534	0,092	128,2	79,8	48,5
5.	1,0319	0,593	95,00	8,14	0,838	0,493	0,085	119,3	74,0	45,3
6.	1,0371	0,665	99,48	8,662	0,955	0,567	0,098	125,0	84,8	40,2
7.	1,0347	0,639	10,10	8,394	0,950	0,615	0,105	127,8	90,0	37,8
8.	1,0332	0,641	99,22	8,448	0,840	0,464	0,080	125,8	68,2	57,6
9.	1,0316	0,631	96,24	8,563	0,840	0,420	0,072	122,4	64,0	58,4
10.	1,0298	0,643	104,6	7,750	0,830	0,551	0,095	129,7	82,4	47,3
11.	1,0286	0,653	107,6	6,875	0,880	0,580	0,100	130,0	86,5	43,5
12.	1,0294	0,582	94,70	8,625	0,800	0,522	0,090	120,8	78,2	42,6
13.	1,0295	0,571	97,07	7,801	0,800	0,464	0,080	120,6	69,8	50,8
14.	1,0318	0,597	94,74	8,375	0,830	0,499	0,086	119,8	74,9	44,9
15.	1,0321	0,579	96,27	8,380	0,800	0,476	0,082	129,8	71,5	50,3
E) Kutya-serum.										
I.	1,0200	0,612	107,8	6,272	0,915	—	—	—	—	—
II.	1,0231	0,554	105,7	6,272	0,837	—	—	—	—	—
1.	1,0234	0,620	100,4	6,272	0,905	0,464	0,080	119,0	69,8	49,2
2.	1,0222	0,570	103,0	6,272	0,881	0,510	0,088	122,2	78,0	44,2
3.	1,0222	0,605	106,3	6,272	0,927	0,621	0,107	126,1	92,0	34,1
4.	1,0225	0,585	99,30	6,272	0,882	0,568	0,098	117,8	84,8	33,0
5.	1,0273	0,639	106,5	6,688	0,920	0,638	0,110	127,9	94,3	33,6
6.	1,0250	0,589	102,3	5,813	0,790	0,547	0,096	119,7	83,3	36,4
7.	1,0272	0,639	105,7	6,145	0,830	0,615	0,106	125,5	91,5	34,0
8.	1,0239	0,603	100,6	5,750	0,790	0,547	0,096	117,5	83,3	34,2
9.	1,0278	0,550	103,0	6,965	0,790	0,538	0,094	124,7	80,7	44,0

* Az I—IV. és 1—5. számú sertés és I—II., 1—4. sz. kutyaérsavó fehérje-tartalmára vonatkozó érték nem direkt meghatározás eredménye, hanem a savó átlagos, leggyakoribb fehérjetartalmát fejezi ki.

Szám	Összes concen- tratio (a serum 1 literében oldott molekulák száma) <i>C</i>	Egy liter serumban foglalt an- organicus (só)-molek száma <i>C'a</i>	Egy liter serumban foglalt organicus molek száma <i>C'o = C - C'a</i>	Az organicus molek közül		Az összes oldott molekulák közül hány százalék		Az anorganicus molekulák közül hány százalék	
				<i>Na</i> Cl-mol	Nem <i>Na</i> Cl- mol	an- organicus <i>ca</i> <i>c</i>	organicus 100 (<i>ca</i> <i>c</i>)	<i>Na</i> Cl	Nem <i>Na</i> Cl
A) Ló-serum.									
1.	0,285	0,211	0,074	0,158	0,053	74,0	26,0	74,9	25,1
2.	0,287	0,224	0,063	0,162	0,062	78,1	21,9	72,3	27,7
3.	0,289	0,229	0,060	0,144	0,085	79,2	20,8	62,9	37,1
4.	0,304	0,238	0,066	0,179	0,059	78,3	21,7	75,2	24,8
5.	0,297	0,232	0,065	0,183	0,049	78,1	21,9	78,9	21,1
6.	0,314	0,234	0,070	0,171	0,063	74,5	25,5	73,1	26,9
7.	0,316	0,236	0,080	0,184	0,052	75,0	25,0	78,0	22,0
8.	0,309	0,237	0,072	0,171	0,066	76,7	23,3	72,2	27,8
9.	0,315	0,234	0,081	0,161	0,065	74,0	25,7	72,2	27,8
10.	0,308	0,231	0,077	0,166	0,065	75,4	24,6	68,6	31,4
11.	0,309	0,235	0,074	0,181	0,054	76,1	23,9	77,0	22,0
12.	0,310	0,236	0,074	0,168	0,068	76,1	23,9	71,2	28,8
13.	0,310	0,230	0,080	0,162	0,068	74,2	25,8	70,4	29,6
14.	0,317	0,234	0,083	0,158	0,076	73,8	26,2	67,5	32,5
15.	0,308	0,229	0,079	0,156	0,073	74,4	25,2	68,1	31,9
B) Marha-serum.									
1.	0,340	0,245	0,095	0,169	0,076	72,0	28,0	69,0	33,2
2.	0,330	0,251	0,079	0,181	0,070	76,1	23,9	72,1	26,9
3.	0,342	0,250	0,092	0,187	0,063	73,1	26,9	74,8	22,1
4.	0,336	0,243	0,093	0,178	0,065	72,3	27,7	73,3	24,9
5.	0,303	0,221	0,082	0,169	0,052	73,1	26,9	76,5	22,8
C) Birka-serum.									
1.	0,331	0,251	0,080	0,186	0,065	75,8	24,2	74,1	25,9
2.	0,342	0,254	0,088	0,183	0,071	74,3	25,7	72,1	27,9
3.	0,328	0,256	0,072	0,180	0,076	74,5	25,5	70,3	29,7
4.	0,336	0,258	0,078	0,197	0,061	76,8	23,2	76,3	23,7
5.	0,335	0,261	0,074	0,214	0,047	77,9	22,1	80,1	19,9

Szám	Összes concen- tratio (a serum 1 literében oldott molek száma) C	Egy liter serumban foglalt an- organicus molek száma Ca	Egy liter serumban foglalt organicus molek száma $Co = C - Ca$	Az organieus molek közül		Az összes oldott molekulák közül hány százalék		Az anorganieus molekulák közül hány százalék	
				Na Cl -mol	Nem $NaCl$ - mol	an- organieus $\left(\frac{ca}{c}\right)$	organieus $100\left(\frac{ca}{c}\right)$	$Na Cl$	Nem $Na Cl$
D) Sertés-serum.									
1.	0,331	0,248	0,083	0,166	0,082	74,9	25,1	66,9	33,1
2.	0,318	0,254	0,064	0,166	0,086	79,9	20,1	65,3	34,7
3.	0,326	0,268	0,058	0,174	0,094	82,2	17,8	64,9	35,1
4.	0,320	0,249	0,071	0,169	0,080	77,8	22,2	67,9	32,1
5.	0,321	0,231	0,090	0,156	0,075	72,0	28,0	67,5	32,5
6.	0,360	0,244	0,116	0,179	0,065	67,0	32,2	73,7	26,8
7.	0,345	0,253	0,092	0,192	0,061	73,3	26,7	75,9	24,1
8.	0,347	0,244	0,103	0,149	0,095	70,3	29,7	61,1	38,9
9.	0,341	0,230	0,111	0,134	0,096	67,4	32,6	58,3	41,7
10.	0,348	0,252	0,096	0,174	0,078	72,4	27,6	69,1	30,9
11.	0,353	0,255	0,098	0,183	0,072	72,2	27,8	71,8	28,2
12.	0,315	0,236	0,079	0,166	0,070	74,9	25,1	70,4	29,6
13.	0,315	0,234	0,081	0,150	0,084	74,0	25,7	64,1	35,9
14.	0,323	0,232	0,091	0,158	0,074	71,8	28,2	68,1	31,9
15.	0,313	0,234	0,079	0,150	0,084	74,8	25,2	64,1	35,9
E) Kutya-serum.									
1.	0,335	0,231	0,104	0,149	0,082	69,0	31,0	64,5	35,5
2.	0,308	0,235	0,073	0,162	0,073	76,3	24,7	68,9	31,1
3.	0,327	0,250	0,077	0,195	0,055	76,5	23,5	78,0	21,0
4.	0,316	0,232	0,084	0,179	0,053	73,4	26,6	77,2	22,8
5.	0,354	0,246	0,108	0,192	0,054	69,5	30,5	78,1	21,9
6.	0,297	0,237	0,060	0,178	0,059	79,8	20,2	75,1	24,9
7.	0,318	0,249	0,069	0,194	0,055	78,3	21,7	77,9	22,1
8.	0,345	0,233	0,112	0,178	0,055	67,5	32,5	76,4	23,6
9.	0,326	0,254	0,072	0,181	0,073	77,9	22,1	71,3	28,7

A megvizsgált *emlősök vérsavójának molekularis concentratioja egymástól aránylag csak kis mértékben különbözik*. A legsebésebb értékek 0.285 (1. sz. ló) és 0.360 (6. sz. sertés). A legconcentráltabb a sertés és marha vérének seruma.

Ugyanazon állatfaj vérsavójának concentratioja meglehetősen állandó, bár csekély ingadozások itt is mutatkoznak. Legállandóbb, úgy látszik, a birka és a ló savójának a concentratioja; a kutyaé a legnagyobb ingadozásokat mutatja. Nagyon valószínű, hogy ezen ingadozások az állat *táplálkozási állapotával* függenek össze; a szerint, a mint az állat a vér bocsajtásakor éppen emésztés közben volt, vagy éhezett stb., a vérsavó concentratioja is kissé megváltozik. Ezen viszonyokra vizsgálatainknál nem voltunk tekintettel és így nem is dönthetjük el ezen, mindenesetre elég érdekes és a tápanyagok resorptiójára is fontos kérdést.

A vérsavó molekuláinak legnagyobb része szervetlen; mondhatjuk, hogy az összes molekuláknak átlag $\frac{3}{4}$ része szervetlen. Ha tehát a szerves anyagok — molekuláiknak igen jelentékeny nagysága folytán — súlyra nézve jóval felül is mulják a szervetlen anyagokat, ezek viszont molekuláik számára nézve — ezeknek súlya jóval alacsonyabb lévén, mint a szerves molekulaké — túlnyomó többségben vannak. A vérsavó osmosis-nyomása tehát, a mint azt különben már eddig is tudtuk, főleg a szervetlen molekuláktól függ. Mintán azon diffusio-folyamatoknál, melyek a vér és szövetnedvek között szakadatlanul végbe mennek, az osmosis nyomás a szabályozó factor, fel kell tennünk, hogy a vérsavó szervetlen molekulái gyakorolják a döntő befolyást.

A szervetlen molekulák concentratioja jóval állandóbb, mint a szerveseké, úgy hogy az összes molekulák concentratiojának ingadozása túlnyomóan a szerves molekulák számának ingadozásától ered. A szervetlen molekulák concentratiojának feltűnő állandósága bizonyítéka annak, hogy a szervezetben az osmosis folyamatokat igen érzékenyen szabályozó tényezők vannak, melyek a vérplasma szervetlen molekuláinak concentratioját lehetőleg állandósítják.

Ezen tényezők magában a vérben vagy a véren kívül lehetnek. A vérsejtek térfogata, mint ezt először HAMBURGER kimutatta, rendkívül érzékeny a vérplasma concentratiováltozásaiával szem-

ben, s ezenkívül HAMBURGER, DRESER, LIMBECK, ZUNTZ, KOEPP, GÜRBER, HEDIN, KORÁNYI stb. kimutatták, hogy a vérsavó Cl ionjai a CO_2 behatása alatt a vörös vérsejtekbe diffundálhatnak, a mi alatt a vérsavó alkalinitása fokozódik, úgy hogy mindezek szerint a vörös vérsejteknek jelentékeny szerep jut a vérplasmában oldott szervesetlen molekulák koncentrációjának szabályozásánál.

Vizsgálatainkból kiderül továbbá, hogy míg az összes szervesetlen molekulák koncentrációja igen állandó, addig külön a $NaCl$ és ionjai és külön a többi szervesetlen molekulák sokkal változóbb koncentrációban vannak jelen. Miután az összes szervesetlen molekulák koncentrációja állandó, következik, hogy ha a $NaCl$ és $\overset{+}{Na} | \bar{Cl}$ -molek száma csökken, a többi, túlnyomó részben Na_2CO_3 és $\overset{+}{Na} | \bar{Na} | \bar{CO}_3$ -ból álló molekuláké ugyanannyira szaporodik. Ezen összefüggés alapján már a priori várható azon előbb említett kísérleti tény, hogy a mikor a CO_2 behatása alatt a chloridok a vérplasmában fogynak, a plasma alkalinitása növekedik. A nem $NaCl$ -molek ugyanis, mint már többször említettük, túlnyomó részben Na_2CO_3 molejaiból állnak, melyek hydrolytikus bomlás révén a vérsavó alkalinitását okozzák.

Ebből önként következik, hogy a vérsavó alkalinitását indirekt úton a vérsavó korrigált elektromos vezetőképességéből és Cl -tartalmából elegendő pontossággal meg lehet határozni, mert a leírt módon a nem ($NaCl$)-molek számára vonatkozólag nyert érték egyszersmind a vér alkalinitását is kifejezi (Na_2CO_3)-molekban. Ezen értéket könnyen átszámíthatjuk Na_2CO_3 -gr.-æquivalensekre, mely egységekben alkalicitást leggyakrabban ki szoktak fejezni. Így pl. az 5. sz. lóvérsavóban a nem- $NaCl$ -molek= Na_2CO_3 molek száma 0,049, a mi=0,04 gr. æquiv. Na_2CO_3 -mal 1 literben.

Idézett irodalom.

1. HAMBURGER : Dubois, Arch. f. Phys. 1886. évf. p. 476 ; 1887. évf. p. 31 ; 1892. évf. p. 513 ; 1894. évf. p. 153 ; 1898. évf. p. 31. Zeitschr. f. Biol. 1892. évf. p. 405 ; 1897. évf. p. 252.
 2. DRESER : Arch. f. exper. Pathol. 29. köt. 303.
 3. KORÁNYI S. : Az állati folyadékok osmosis-nyomásának élettani viszonyaira etc. vonatkozó vizsgálatok. Budapest, 1896.
 4. LIMBECK : Arch. f. exper. Pathol. 35. köt. p. 309.
 5. KOEPPE : Pflüger Archiv. 67. köt. p. 189.
 6. GÜRBER : Sitzungsberichte der Würzburger phys. med. Gesellschaft. 1895.
 7. ZUNTZ : Herrman, Handbuch der Physiologie. 4. köt. 2. rész, pag. 72.
 8. HEDIN : Pflüger Archiv. 68. köt. p. 229.
 9. ARRHENIUS : Zeitschr. f. physikalische Chemie, 9. kötet, p. 287.
-

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 május 16.-án tartott üléséből.)

AZ ELEKTROMOS ERŐVEL PÁRHUZAMOSAN IRÁNYÍTOTT KATHODSUGARAK MAGATARTÁSÁRÓL.

LENARD FÜLÖP I. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

1. Eddigmég nem észlelték a kathodsugarak mágneses elhajlíthatóságának folytonos változását; sőt azt tapasztalták, hogy egy és ugyanazon sugár elhajlíthatósága minden eddig figyelembe vett körülmény között változatlan.

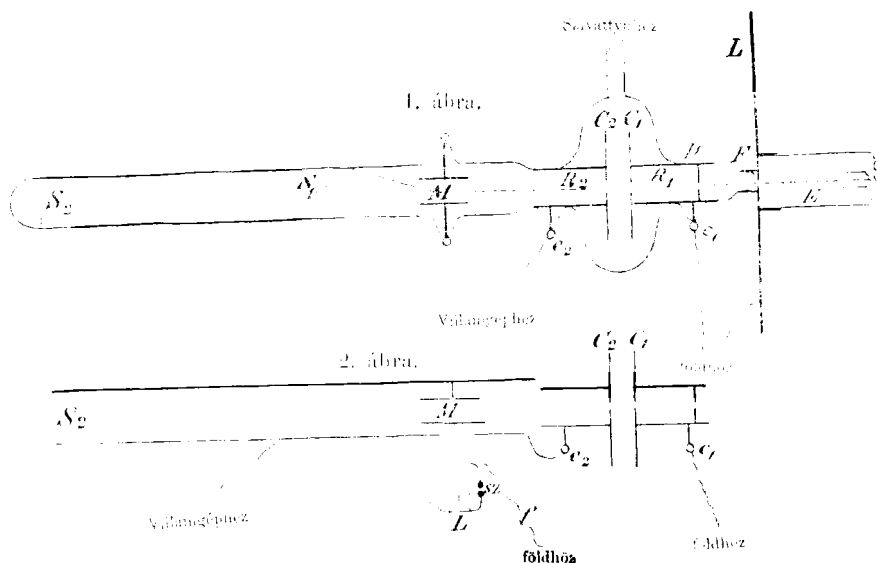
Újabb kísérletek azonban arra a nézetre vezettek — s ez bizonyos tekintetben SIR WILLIAM CROOKES eredeti hypothesisa, új és finomabb tartalommal —, hogy az elhajlíthatóság változása nemcsak lehetséges, hanem bizonyos esetekben az elektrodinamika szükségképeni követelménye. Ilyen eset az, melyre a jelen közlemény címe utal.

Előállítunk két condensatorlemez között légüres térben állandó elektromos erejű mezőt és e mezőn át kathodsugarat irányítunk párhuzamosan a mező erővonaláival; a sugár a condensatorlemezek fúratain jusson be a mezőbe és onnét ismét ki. Tényleg azt találjuk, hogy a sugárnak, áthaladván a mezőn, mágneses, valamint elektromos elhajlíthatósága megváltozott, még pedig épen a követelt értelemben. Mind a kettő nagyobbodott vagy kisebbedett, a szerint, a mint az erő és a sugár egyenlő vagy ellenkező irányú.

Kísérleteink jelentőségét még különösen fokozza az, hogy bennük egy oly erő, melyről dinamikai magyarázatot várunk, gyorsítólag hat valamire, a mi maga már csaknem fénysebességgel

mozog. A kérdésre azonban, vajjon e sebesség befolyásolja-e a gyorsulás nagyságát, a jelen kísérletek pozitív választ nem adnak.

2. Az 1. ábra mutatja $\frac{1}{6}$ természetes nagyságban a használt készüléket. E -ben keletkeznek a sugarak; áthatolnak az F záró fémablakon, bejutnak a C_1C_2 condensatorba és azután M -nél alávethetők a mágneses vagy pedig az elektromos elhajlításnak, mely őket utoljára az S_1 ernyőre veti. A két C_1C_2 condensator-



lemez két teljesen sík, egymással párhuzamos, köralakú sárgarézlemez, közepükön csak 1 mm. tágas fúráttal; a lemezek az R_1R_2 fémcsővekhez vannak erősítve, melyek e_1e_2 elektrodákhoz vezetnek. A lemezek egymástól való távolsága 2 cm.; C_1 lemez mindig a földdel van összekötve, C_2 pedig influentia-géppel tehető pozitív — vagy negatív — elektromossá. A készülék üvegfala e_2 -től balra egészen az ernyőn túlig stanióllal van bevonva, mely e_2 -vel mindig vezető összeköttetésben marad; a staniolon levő kis nyíláson át megfigyelhetjük az ernyőt. Az M pontozott körrel jelölt és a mágneses elhajlításra szolgáló dróttekercsek a cső fölött

és alatt csekély távolságra vannak felállítva és ennek staniolburkolatától csillámlemezekkel elszigetelve. Ha az elektromos elhajlást akarjuk megfigyelni, akkor az M -nél látható derékszögű fémlamezeket kell használni, melyek azonban most a staniolburkolattal vezető összeköttetésben maradnak. Észreveszünk még egy a földdel összeköttetésben levő L fémfalat, mely elválasztja a fejlesztés terét a megfigyelés terétől, és egy 3 mm. tágas D fémdiaphragmát az R_1 csőben.

Némi időt vesz igénybe a megfigyelés terének kiszivattyúzása. Ha az utolsó gázmaradványokat eltávolítottuk, akkor a tér a condensator körül, erős megtöltésekor is, sötét. Ebben az állapotban használtam a készüléket.

3. Meggyőződünk mindenekelőtt arról, hogy az ernyőn a phosphorescentiafolt helye változatlan marad, legyen a condensator akár erősen pozitív, akár negatív elektromossággal megtöltve, föltéve, hogy a dróttekercekből nincs elektromos áram.

A mágneses elhajlásra vonatkozó kísérletet most következőképpen végezhetjük. Először a C condensator nincs megtöltve. M -nél, a dróttekercek áramkörébe való ellenállások szabályozása által, oly erejű mágnesmezőt állítunk elő, hogy a phosphorescentiafolt erősen eltérített helyzetben az S_1 ernyő szélén tűnjék elő; a folt helyzetét leolvassuk azután az ernyőn levő skálán. Most megtöltjük, folyton tartó eltérítő áram mellett, a C condensatort; a folt erre az ernyőn vándorolni kezd; kevésbé kitérített helyzetekbe jut, ha a condensatort pozitív, jobban eltérítettébe, ha negatív elektromossággal töltjük meg. Ez által kimutattuk az eltéríthetőség változtatását.

4. Hogy a tűneményt mennyiségileg kövessük, elégséges, ha megmérjük az T_0 eltérítő áramot, mely a phosphorescentiafoltot, meg nem töltött condensator mellett, határozott helyzetbe hozta, és azt az T_1 áramot, mely ugyanazon helyzetbe hozta, mi alatt a condensator potentialkülönbsége P . Ez utóbbinak megmérése a condensatorhoz való mellékkapcsolatban változtatható szikratávolságot alkalmazunk, melynek fényes sárgarézgömbjei 2·5 cm. átmérőjűek. A folt azon helyzetét figyeljük meg, melyet abban a pillanatban foglal el, mikor egy szikra a távolságot átugorja. Néhány a megtöltendő rendszerhez kapcsolt leydeni

palaczk elég lassúvá teszi, az elektromozó gép forgatása közben, a töltés haladását és így a folt vándorlását.

A mérések eredményét a következő táblázatban találjuk feljegyezve, melynek minden egyes sora három-három kísérlet közép-eredményét tartalmazza. Két különböző sugárnemet alkalmaztam, a mint azok az első rovatban kitüntetett potentialkülönbségeknél a kisütő cső elektrodjai között létesítettnek.* A táblázat *-gal jelzett kísérletében a távolabbi S_2 ernyő használtatott; az eltérítő áramok ennek megfelelően gyengébbek voltak.

Pot. különbség a kisütő csőben (ki- sütési távolság)	A condensator potential-különbsége		$\frac{J_1}{J_0}$	Kezdő sebesség v_0	Vég- sebesség v_1
	kisütési távolság- ban	magnet. mértékben P			
cm	cm	egs		$10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$	$10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$
2·8	1·00	— 291·10 ¹⁰	0·500	0·70 = 0·67 + 0·03	0·35
	0·64	— 210 „	0·650	0·68 — 0·01	0·34
	1·00	+ 291 „	1·41	0·62 — 0·03	0·89
3·6	1·00	— 291·10 ¹⁰	0·608	0·77 = 0·81 — 0·04	0·47
	1·00	+ 291 „	1·27	0·79 — 0·02	1·00
	*1·00	+ 291 „	1·22	0·88 + 0·07	1·07

5. A condensatorba belépő és belőle kilépő sugárnak v_0 és v_1 sebességei a kísérleti adatokból a következő két egyenlet szerint számíttattak ki:

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{J_1}{J_0} \quad \text{és} \quad v_1^2 - v_0^2 = 2 \frac{\varepsilon}{\mu} P.$$

* Nem mondjuk, és nincs is kimutatva, hogy az elektrodok közt megmérhető maximalis potentialkülönbség egyértelműen és magában véve meghatározza a létesített sugarak tulajdonságait. Ugyanazon kisütő csőben azonban ugyanazon feltételek mellett mindig ugyanazon sugarak keletkeznek és ennyiben szolgálhatnak a kitüntetett potentialkülönbségek a használt sugárnemek megállapítására. Az itt alkalmazott kisütő csőre és a létesítés feltételeire nézve lásd: Wiedemann's Annalen 51. kötet 227. l. 1894.

Az első azt fejezi ki, hogy különböző sugárnemek egyenlő oldalgyorsulást nyernek oly mágnesmezőkben, melyeknek a sugárra függőlegesen irányított erősségei a sugársebességekkel arányosak; a második pedig az energia fenmaradásának törvényét fejezi ki a mi esetünkben. A második egyenlet azon föltevést is magában foglalja, hogy a ható gyorsító erő nagysága éppen olyan, mint az elektromos mezőben nyugvó elektromosságra gyakorolt erőé. Az $\frac{\varepsilon}{\mu}$ sűrűségviszony korábbi eredményeknek megfelelően változatlan nagyságúnak és $6.39 \cdot 10^6 \text{ cm.}^{\frac{1}{2}} \text{ gr.}^{-\frac{1}{2}}$ értékűnek vétetett, mely utóbbi szám 3 különböző sugárnemnél a korábban nyert eredmények* középértéke.

A mi a v_0 sebességet illeti, kitűnik a táblázatból először, hogy az első sugárnemre nézve az minden esetben kisebb, mint a másokra nézve, éppen mint a hogy azt korábban** más uton találtuk. Továbbá látjuk, a táblázat 5. rovatából, hogy ez az egyezés szám szerint is fennáll az elvárható pontosságig; ugyanazon két sugárnemre nézve ugyanis előbb 0.67 ill. $0.81 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm.}}{\text{sec.}}$ sebességek találtattak, és ezek a most talált sebességek kellő közelségébe esnek. Ezt a használt elmélet és a feltevések igazolásának kell tekintelnünk. Egyébiránt észrevehetjük, hogy v_0 ugyanezen sugárnemre talált értékeinek ingadozásai nagyobbak, mint a mérések lehető bizonytalansága; e körülményt azonban eléggé megmagyarázhatjuk azon ellenőrizhetlen ingadozásokból, melyeknek a sugarak létrehozása feltételei alávétve vannak.

A mi a condensatort elhagyó sugarak v_1 sebességét illeti, látjuk, hogy a leglassúbb sugarakat az első, eredetileg már lassúbb sugárnem késleltetése által nyertük; a megmért sebességnek így elért minimuma körülbelül $\frac{1}{10}$ -e a fénysebességnek. A második sugárnem gyorsítása által nyert leggyorsabb sugarak sebessége csaknem éppen $\frac{1}{3}$ -a a fénysebességnek.

6. Az így nyert két legszélsőbb sugárnem igen észrevehetően különbözik azon képességben, melylyel a használt ernyőt — penta-decylparatolyketon papíron — megvilágítják. A leggyorsabb suga-

* Wiedemann's Annalen 1898. 64. kötet, 287 lap.

** Az imént idézett helyen.

rak phosphorescentiafoltjai rendkívül világosak, a leglassúbbakéi általában csak nagynehezen láthatók. A sugárnyalábok tisztán egyenes irányú terjedésétől való eltérés egy esetben sem volt észrevehető; a leggyorsabb sugárnem absorbeálhatósága nem volt oly csekély, hogy egy 0.2 mm. vastag csillámlemezen igen észrevehetően áthatolt volna.

7. A sugarak elektromos eltérítésének változtatását következőképen észleltem. Az M -nél levő dróttekercesek eltávolítása után az ugyanott a csőben levő fémlemezok egyikét a falburkolattól elszigeteljük, máskülönben az elrendezés a 2. ábra schemája szerint történik, melyben a most használt S_2 ernyőn kívül csak fémrészek vannak rajzolva; L leydeni palaczkot jelent elszigetelt külső fegyverzettel, sz $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ mm. hosszú szikratávolságot, f egy kenderfonalat. Látjuk, hogy ha a készülék töltve van, az elszigetelt M lemez időközönként csekélyebb potenciált fog felvenni, mint a C_2 -vel összekötött második M lemez. A két lemez potenciálkülönbsége az sz szikratávolság hosszúsága által szabályozandó; az ezen távolságnak megfelelő teljes értékét azon pillanatban éri el, melyben egy szikra a távolságot átugorja, mire zérusra száll, hogy azután a gyengén vezető kenderfonál hatása alatt újból felszálljon. Ekkor az ernyőn megfigyelhetjük a phosphorescentia-foltnak vándorlását eredeti helyzetéből egy pontig, honnét eredeti helyzetébe ismét visszaugrik. Az így leírt út hosszúsága mértéke a condensator által megváltozott sugár elektromos elhajlásának. Ha a meg nem változott sugarak elhajlását akarjuk megmérni, akkor az egész C_2 rendszert a földhöz vezetjük és a kenderfonál nélkül csupán az elszigetelt M lemezt és az L palaczkot töltjük meg úgy, hogy az sz távolságot alkalmas időközökben ismét szikrák ugorják át. Az elektromos elhajlás mértéke most is a phosphorescentiafolt útja. Az elhajlást most igen észrevehetően nagyobbnek találjuk, ha a condensatort positive, és kisebbnek, ha negative töltjük meg. Például ha meg nem töltött condensator mellett az elektromos elhajlás 10 mm.-t tesz, ugyanazon körülmények között positiv töltésnél közel 1 cm. szikrahosszúságig ezen elhajlás 15 mm.



KRISTÁLYTANI VIZSGÁLATOK A BÉLABÁNYAI PYRITRŐL.

FRANZENAU ÁGOSTON I. tagtól.

(I. és II. tábla.)

(Székfoglaló értekezés.)

A hontmegyei Bélabányának Nándor koronaherceg tárójában, a Biberér délnyugati folytatásából a közelmúltban erősen elváltozott trachythoz kötötten pyrit¹ fejtetett.

A pyrit a trachytban vagy apró szabálytalan szemek alakjában sűrűn hintve fordul elő, vagy nagyobb vaskos tömegekben van kiválva, felületi részén ugyanazon anyag kristályait hordva. Ezekre néhol quarzkristályok települtek.

A pyrit kristályoknak nagyságát tekintve, legtöbb alig éri el az 1—3 millimeter átmérőt, az ezeknél nagyobbak, 4—8 millimeter átmérőjűek már ritkák és csak egy esetben figyeltem meg egy egyént 19 millimeter átmérővel.

Kristálytani vizsgálatok foganatosítására kizárólag az apróbbak voltak felhasználhatók, mivel ezeknél a határoló lapok felülete sima és erősen fényes.

Útőbbi tulajdonság jellemzi a nagyobb kristályoknak lapjait is, de mert a látszólag egységes lapok nem tökéletesen páruza-

¹ HUTZELMANN A. a bélabányai dillnit chemiai összetételét tárgyaló értekezésében szintén említi a pyritnek előfordulását, mely azonban diaspor és fluorit mellett a dillnitben kivált. A pyrit alaki viszonyainak tárgyalásába nem bocsátkozik. HAUINGER's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften. Wien. 1850. VI. Bd., p. 55.

mos helyzetben összenőtt apró egyénekből vannak alkotva, simaságuk lényegesen csökken, a mivel természetszerűen az ilyen lapokról nyert reflexeknek határozatlan volta is jár.

A kristályok egyszerűek és ikek.

Az egyszerűeknél a combinatiók alkotásában vagy csak az ugyanazon állásban előforduló pentagondodekaéderek vesznek részt (4 kristálynál), vagy pedig fellépnek pozitív és negatív állásúak egyszerre is (három kristálynál). A hemiederes alakokat positiveknek tekintettem, kivéve ha ellenkező állásúakkal egyidőben előfordultak. Ilyenkor positiveknek vettem az uralkodó és erős fényűeket, negativoknak az alárendeltebbeket és kevésbé fényeseket.

Az ikeknél az ikerlap a rhombdodekaéderé és miután a kristály egyének teljesen át vannak növe, az úgynevezett vas-kereszt ikeket alkotják.

A megvizsgált hét egyszerű kristályon talált alakok a következők:

Hexaëder	—	—	—	—	(100)	$\infty O\infty$
Pozitív állású pentagon- dodekaéderek	}	π	(310)	$\left[\frac{\infty O3}{2} \right]$		
			π	(520)	$\left[\frac{\infty O^{5/2}}{2} \right]$	
			$\star\pi$	(11.5.0)	$\left[\frac{\infty O^{11/5}}{2} \right]$	
			π	(210)	$\left[\frac{\infty O2}{2} \right]$	
			π	(530)	$\left[\frac{\infty O^{5/3}}{2} \right]$	
			$\star\pi$	(13.8.0)	$\left[\frac{\infty O^{13/8}}{2} \right]$	
			π	(320)	$\left[\frac{\infty O^{3/2}}{2} \right]$	
			$\star\pi$	(13.9.0)	$\left[\frac{\infty O^{13/9}}{2} \right]$	
			$\star\pi$	(10.7.0)	$\left[\frac{\infty O^{10/7}}{2} \right]$	

	$\star\pi$	(15.11.0)	$\left[\frac{\infty O^{15/11}}{2} \right]$
	π	(430)	$\left[\frac{\infty O^{4/3}}{2} \right]$
	π	(540)	$\left[\frac{\infty O^{5/4}}{2} \right]$
	π	(650)	$\left[\frac{\infty O^{6/5}}{2} \right]$
	π	(870)	$\left[\frac{\infty O^{8/7}}{2} \right]$
Rhombdodekaëder	---	(110)	∞O
Negativ állású pentagon- dodekaéderek	π	(250)	$-\left[\frac{\infty O^{5/2}}{2} \right]$
	π	(120)	$-\left[\frac{\infty O^2}{2} \right]$
	$\star\pi$	(8.13.0)	$-\left[\frac{\infty O^{13/8}}{2} \right]$
	$\star\pi$	(7.11.0)	$-\left[\frac{\infty O^{11/7}}{2} \right]$
	$\star\pi$	(11.15.0)	$-\left[\frac{\infty O^{15/11}}{2} \right]$
	π	(560)	$-\left[\frac{\infty O^{6/5}}{2} \right]$
	π	(780)	$-\left[\frac{\infty O^{8/7}}{2} \right]$
	π	(890)	$-\left[\frac{\infty O^{9/8}}{2} \right]$
	$\star\pi$	(16.9.1)	$\left[\frac{16 O^{16/9}}{2} \right]$
Positiv állású dyakisdo- dekaéderek	π	(10.6.1)	$\left[\frac{10 O^{5/3}}{2} \right]$
	π	(851)	$\left[\frac{8 O^{8/5}}{2} \right]$
Deltoiddodekaëder	---	(211)	$2O2$
Triakisoktaëder	---	(221)	$2O$
Oktaëder	---	(111)	O

A \star -gal jelzett 9 forma a pyriten ez ideig még nem volt ismert.

Az egyes alakok lapjainak tulajdonságaként általában a következőket említhetem :

A (100), melynek hiánya a pyrit előfordulásoknál ritkaság számba megy, valamennyi kristályom sajátja és pedig ötnél keskeny csikalakú, kettőnél nagyobb kiterjedésű. Valamennyi a π (210)-nak megfelelő jellemző élével párhuzamosan rostos.

A braziliai, cumberlandi, Magyarország Királyhágón túli, traversellai,¹ brossoi,² chichiliani³ vagy helyesbítve st. pierre du mesagei,⁴ müseni,⁵ langbani,⁶ orenburgi és Jekaterinburg környéki⁷ anyagon tapasztalt π (310) forma, egy kristályomnál ugyanazon hexaéder lap két oldalát keskeny csikok alakjában szegélyezi.

A π (520) alaknak előjöttét ezen ásványfajnál Des Cloizeaux⁸ említi, utána brossoi,⁹ böcksteini,¹⁰ orenburgi, Jekaterinburg kör-

¹ LÉVY A. Description d'une collection de minéraux formée par HENRI HEULAND. Londres. 1837. Tome troisième. pp. 132. 134.

² STRUEVER GIOVANNI. Studi sulla Mineralogia Italiani Pyrite del Piemonte e dell' Elba. Extr. dalle Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Torino. 1869. Serie II. Tom. XXVI. p. 22.

³ RATH G. von. Mineralogische Mittheilungen (Fortsetzung X. — Schluss.). Annalen der Physik und Chemie. Leipzig. 1872. Fünfte Reihe, XXIV. Bd., p. 583.

⁴ GROTH P. Mineralagerstätten des Dauphiné. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. XV. Bd. Jahrg. 1885. München. 1886. p. 379.

⁵ GROTH P. Die Mineraliensammlung der Kaiser Wilhelms-Universität in Strassburg. Strassburg. 1878. p. 31.

⁶ FLINK G. Mineralogische Notizen. II. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1889. XV. Bd. p. 85.

⁷ JEREMEJEW P. W. Beschreibung einiger Mineralien aus den Goldseifen der Ländereien der orenburgischen Kasaken und Baschkiren. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1889. XV. Bd. p. 532.

⁸ DES CLOIZEAUX A. Manuel de minéralogie. Paris. 1862. T. I. p. 6.

⁹ STRUEVER G. l. c. p. 22.

¹⁰ ZEPHAROVICH V. v. Mineralogische Mittheilungen. Jahresbericht des naturhistorischen Vereines «Lotos» für 1878. Prag. 1878. XXVIII. Jahrgang, p. 29.

nyéki¹ és a Gilpin Countyban fekvő saratoga minei² anyagon mutatták ki. Kristályaim egyikén keskeny, de fényes csik formájában egy ízben hexaëderlapot határol.

Az előbbiben ismertetett lap és a $\pi(210)$ -nek megfelelője között a combinatio élt egy fényes sík tompítja, mely miután a $2\bar{1}0.100$ övrészletben fekszik és a $2\bar{1}0$ laphoz a mérés szerint $2^\circ 6' 2''$ -nyi szöggel hajlik, az új $\pi(11.5.0)$ formához tartozónak határozottatott meg. A számítás a $2\bar{1}0 : 11.5.0$ szögadat nagyságára $2^\circ 7' 16''$ -et követel.

Kristályaim habitusát, mint a legnagyobb lapokkal kifejlődött forma, a pyrit előfordulások legtöbbszörénél közönséges $\pi(210)$ határozza meg. Valamennyi idetartozó lap az alak jellemző élével párhuzamosan többé-kevésbé rostos, de két kristálynál még a 210 és $10.6.1$ lapok képezte metszési vonallal párhuzamosat is észleltem. Utóbbi két kristálynak tárgyalt lapjai különben még arról nevezetesebbek, hogy bizonyos irányokból tekintve, sajátosságosan csillognak. A mikroszkopos vizsgálat kideríté, hogy e tünetényt apró, a $\pi(210)$ alaknak jellemző élével párhuzamosan megnyúlt négylapú dombocskákat képező síkoknak tükrözése idézi elő. A síkoknak helyzetmegállapítása a goniometeres megfigyelés alkalmával sikerült, ugyanis arról győződtem meg, hogy a (010) és $\pi(10.6.1)$ alakok megfelelő lapjainak tükröztetésekor a dombocskáknak az első esetben a hosszabb, a $\pi(210)$ -nak jellemző élével parallel fekvő egyik lapja, az utóbbi esetben kétoldali kis háromszögformájúak szintén tükröznek. A dombocskákat alkotó negyedik pedig a 210.110 övrészletből való egy alakhoz tartozónak bizonyult, mely egy pyritoöderlap minden dombocskáján ugyanaz, de a kristály azonos lapjain már különböző lehet.

Eme lapocskák két kristálynál a pyritoöder két lapjához $3^\circ 18' 3''$ illetve $3^\circ 16' 6''$ -nyi szöggel hajlanak s így a $\pi(740)$ forma jelenlétére engednek következtetni, mert a $210 : 740$ szög számítva $3^\circ 16'$. Egy másik kristálynál azok összeestek egyszer a rajta tapasztalt $\pi(320)$, másszor a $\pi(13.8.0)$ alakok lapjaival.

¹ JEREMEJEW P. W. l. c. p. 532.

² SMITH W. B. Mineralogical Notes. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1890. XVII. Bd., p. 416.

Hogy a dombocskákat alkotó elemek mind ismert alakokkal hozhatók kapcsolatba, korántsem magában álló jelenség, ha tekintetbe vesszük, hogy a természetes kimarásnál keletkezett üregek is mind ilyenekkel vannak határolva.¹

Brossoi,² a przbami lillaknai könyökformájú³ és a pesey-i⁴ kristályokon talált π (530) anyagomon is előfordul. Keskeny csik alakjában egyik kristálynak a π (210)-hoz tartozó lapjával szomszédos.

A formákban leggazdagabb kristályon a [210.010], illetve az [102.100] övökben a π (210) alakhoz tartozó lapokkal határos fényes síkok, az egyik esetben $5^{\circ}1'9''$, a másikban $4^{\circ}49'3''$ -el hajlanak el amazoktól. A méréssel meghatározott emez adatok az új π (13.8.0) formát határozták meg, mert ennek a pyritoöderhez a számítás szerint a hajlásszöge $5^{\circ}2'33''$.

Ezen alakot különben annyival inkább biztosan meghatározottnak tartom, mert a kristálynak egy más helyén a negatív állású is előfordul.

A pyrit közönségesebb formáinak egyikét, a π (320)-t a szóban forgó kristály a π (13.8.0) és π (430) alakok közti combinatio élét tompítva, fényes lap formájában hordja.

Az új π (13.9.0) két kristályon fordul elő, egyszer a π (210) és π (430), másszor a π (13.8.0) és π (430)-nak kombinálásából keletkezett éleket fényes lappal tompítja. A forma indexeinek megállapítására az öv és a π (210)-hoz a méréssel meghatározott $8^{\circ}5'5''$ és $8^{\circ}5'2''$ -nyi hajlásszögek ismerete szolgált. Utóbbi szögnagyságoknak megfelelője a számítás szerint $8^{\circ}7'49''$.

E két kristály hordja ugyancsak a fényes csikokban fellépő új π (10.7.0)-t is. A π (210)-hoz hajlását méréssel $8^{\circ}33'2''$ és $8^{\circ}22'8''$ -nyinak találtam a $8^{\circ}25'37''$ -et kitevő számított ellenében.

Egyik kristálynak választott felállítására mellett a 9.0.13 és

¹ BECKE F. *Natürliche Aetzung an Pyrit, Zinkblende und Magnetit. Mineralog. und petrograph. Mittheilungen.* Wien. 1887. IX. Bd., p. 1.

² STRUEVER G. I. c. p. 22.

³ VRBA C. *Mineralogische Notizen.* Pyrit von Lillschacht in Przibram. *Zeitschr. für Kryst. und Mineral.* Leipzig. 1880. IV. Bd., p. 358.

⁴ LACROIX A. *Minéralogie de la France et de ses Colonies.* Paris. 1897. Tome II. p. 588.

304 lapjai közé ékelten fényes csik fordul elő, melynek a 102-vel képezett hajlásszögét mérésrel $9^{\circ}35'4''$ -nyinek határoztam meg, miből a 11.0.15 új forma lapjának jelenléte derült ki. A számítás a $102 : 11.0.15$ szögére $9^{\circ}41'20''$ -nyi nagyságot állapít meg.

Az anyag egyik gyakoribb alakját, a $\pi(430)$ -at hat kristályom hordja és így a jellemző formák közé sorolhatom, annyival inkább, mert lapjai nagyság tekintetében is kiválnak, sőt egy esetben túl-szárnyalja a $\pi(210)$ -ét. Lapjai a $\pi(210)$ és $\pi(430)$ alakok közti combinatio éllel párhuzamosan rostosak.

A DES CLOIZEAUX ismertette $\pi(540)$ formát,¹ mely brossoi kristályokon az ugyancsak anyagomon is talált $\pi(10.6.1)$ alakkal kombinálva fordul elő² és mely a st. pierre du mesagei,³ ordubati⁴ és coloradoi előfordulásokat⁵ jellemzi, a formákban leggazdagabb kristályon a $\pi(430)$ és $\pi(650)$ alakok combinatio élét egy ízben kicsi lappal tompítja.

Hasonlóképen a DES CLOIZEAUX-tól először említett $\pi(650)$ forma,⁶ mely sajátja a traversellai,⁷ st. pierre du mesagei,⁸ műseni,⁹ ordubati,¹⁰ Gilpin County saratoga minei¹¹ és st. pierre d'allevardi¹² pyriteknek, kristályaimnak gyakoribb formái közül való, ugyanis négyen mindig több lappal képviselt. Lapjai kivétel nélkül a $\pi(430)$ és $\pi(650)$ alakok combinatio élével párhuzamosan rostosak.

A Werchne, Uralsk és Orsk kerületek pyritpseudomorpháin talált $\pi(870)$ alakot¹³ egyik kristályon az 101 és 506 lapok között, elég széles lappal figyeltem meg. Helyes meghatározását támo-

¹ DES CLOIZEAUX l. c. p. 6.

² STRUEVER G. l. c. p. 20.

³ GROTH P. Die Mineraliensammlung der Kaiser Wilhelms-Universität in Strassburg. Strassburg. 1878. p. 36.

⁴ WEBSKY M. Eisenkies von Ordubat. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin. 1879. XXXI. Bd., p. 223.

⁵ AYRES E. F. Mineralogische Notizen. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1891. XIX. Bd., p. 82.

⁶ DES CLOIZEAUX A. l. c. p. 6.

¹⁰ WEBSKY M. l. c. p. 223.

⁷ STRUEVER G. l. c. p. 21.

¹¹ SMITH W. B. l. c. 416.

⁸ RATH G. vom. l. c. p. 583.

¹² LACROIX A. l. c. p. 590.

⁹ GROTH P. l. c. p. 32.

¹³ JEREMEJEV P. W. l. c. p. 532.

gatja azon körülmény, hogy negatív állású formája ugyanazon kristályon két lappal szintén fellép.

A pyriten nem ritka alak az (101) rhombtizenkettős, anyagomon is a jellemzők közé tartozik. Négy kristályon találtam megformálódva. Lapjai kicsi méretük mellett többé-kevésbé érdesek.

A csakis brossoi¹ és langbani² kristályokon előforduló π (250)-t a formákban leggazdagabban, ugyanolyan körülmények között mint a pozitív állásút, t. i. egy hexaëderlap határ n találtam. De míg ott lapja keskeny csikformájú, addig itt rövid, de meglehetősen széles trapezalakú volt.

A BREITHAUPT által az irodalomba bevezetett π (120),³ mely brossoi,⁴ waldensteini,⁵ porkurai,⁶ coloradoi⁷ és arnavei anyagon⁸ is fellép, két kristályomnak formája. Egyik esetben szomszédos az előbbiben említettel, másikban megnyúlt háromszögalakú, a $\bar{2}10$ és 102 lapok metszéséből keletkezett élen részben ülve.

Az új π (8.13.0) alakot, miként azt a pozitívnek tárgyalásánál említém, evvel egy kristályon találtam. Lapja keskeny csikformájú. Indexeinek megállapítására helyzete az [100.001] övben és az 100-hoz mért szöghajlása, mely $31^\circ 33' 4''$ -nyi, volt irányadó. Az $100 : 13.0.8$ nagyságra a számítás $31^\circ 36' 27''$ -et kíván.

Az ugyancsak csikformájú és egy ízben észlelt π (7.11.0) új alakot a rajta keresztül haladó [001.102] övből és az 102-höz mért $31^\circ 3' 3''$ -nyi szögből határoztam meg. A számított $102 : 11.0.7 = 30^\circ 57' 50''$.

A pozitív állású alakjával ugyanazon kristályegyénen meg-

¹ STRUEVER G. l. c. p. 22.

² FLINK G. l. c. p. 85.

³ BREITHAUPT A. Über das Verhältniss der Formen zu den Mischungen krystallisirter Körper. Journal für praktische Chemie. Leipzig. 1835. IV. Bd., p. 264.

⁴ STRUEVER G. l. c. p. 19.

⁵ HELMHACKER R. Pyrit von Waldenstein in Kärnthen. Mineralogische Mittheilungen von Tschermak. Wien. 1876. p. 17.

⁶ SCHMIDT S. Ásványtani közlemények. Természetrajzi Füzetek. Budapest. 1890. XIII. köt. 86. l.

⁷ AYRES E. F. l. c. p. 82.

⁸ LACROIX A. l. c. p. 626.

formálódott π (11.15.0) új alak, a 13.0.8 és 304 lapok között fekve, mint keskeny csik fordul elő. Megállapítására a keresztülmenő 102.100 \cdot öv és az $100:15.0.11=36^\circ 15' 6''$ mért szög nagysága vezetett. Utóbbinak a számítás szerint $36^\circ 15' 4''$ -nyinek kellene lenni.

A pyritnek általában ritka π (560) formáját, mely biztosan csakis brossoi anyagon volt kimutatva,¹ mint keskeny csik egyszer találtam.

Az ordubati kristályokon meghatározott π (780) forma² az előbbivel azonos alakban az alakokban leggazdagabb kristálynak két helyén van meg.

Ugyanezen kristály hordja a szintén csak ordubati³ anyagon kimutatott π (890) formát a 011 és 012 lapok metszési élet tompítva, keskeny csik alakjában.

Az új π (16.9.1) dyakisdodekaédert kristályaim egyikén két helyen figyeltem meg s pedig mint keskeny lapot az [102.6.1.10], mint ötszöges polygon alakút az 102.6.1.10 \cdot övben. Mindkét esetben fényes lapú. Meghatározására az említett övök utóbbija és a $6.1.10:9.1.16=2^\circ 16' 4''$ mért szögérték ismerete szolgált. A megfelelő számított nagyság $2^\circ 23' 50''$.

A DES CLOIZEAUX-tól az irodalomba bevezetett,⁴ brossoi,⁵ lichtfeldi, selmeczbányai, cornwalli, mexikoi, dognácskai⁶ és műseni anyag⁷ sajátos formájaként ismert π (10.6.1), kristályaimnak is e nemüi közé, nemcsak gyakorisága, hanem lapjainak nagysága révén is tartozik.

Ugyanis öt egyénen formálódott ki és többnyire olyképen, hogy a kristályok általános habitusára lényegesen befolyt. Lapjai

¹ STRUEVER G. l. c. p. 25.

² WEBSKY M. l. c. p. 223.

³ WEBSKY M. l. c. p. 223.

⁴ DES CLOIZEAUX A. l. c. p. 6.

⁵ STRUEVER G. l. c. p. 25.

⁶ ROSE G. Über den Zusammenhang zwischen hemiedrischer Krystallform und thermo-elektrischen Verhalten beim Eisenkies und Kobaltglanz. Annalen der Physik und Chemie. Leipzig. 1871. Fünfte Reihe. XXII. Bd., p. 1.

⁷ GROTH P. l. c. p. 32.

simák és erős fényűek. Ritkaság számba megy rovátkossága a $6.1.10 : 102$ lapok képczte metszési vonallal párhuzamosan.

A DES CLOIZEAUX által kimutatott,¹ utóbb traversellai anyagon elég gyakran talált,² valamint coloradoin³ meghatározott $\pi(851)$ -t három kristályom hordja. Lapjai oly fényesek, mint az előbb említetté, nagyság tekintetében azonban jóval mögötte maradnak. Kivételesen rostosak a 021 és 185 lapok által képezett metszési vonallal párhuzamosan.

A pyrit előfordulásokon gyakori (211) deltoiddodekaéder valamennyi megvizsgált kristályom formája, de rendkívül fényes lapjainak nagysága mindig korlátolt.

Sokkal ritkább, mert csak két egyénen tapasztaltam, a (221) triakisoktaéder igen kicsi kiterjedésű fényes lapokkal. A vele kombinált dyakisdodekaéder minden esetben a $\pi(851)$ volt.

A különböző lelőhelyek pyritkristályain gyakori (111) oktaédert, a megvizsgáltak közül öt egyén hordja, még pedig rendkívül fényes, de kicsi kiterjedésű lapok formájában.

A kristályok alább közlendő ismertetésénél a rajtuk tapasztalt alakok elősorolását a legnagyobb mérvben kifejlődöttel kezdem, mindig a kisebb és kisebbre átmenve.

1. Kristály.

(I. tábla, 1. ábra.)

A kristályrészlet legnagyobb dimensiója 2 mm. A következő formák vannak rajta:

π (210)
 (100)
 π (10.6.1)
 (211)
 (111)
 π (650)
 (110)

¹ DES CLOIZEAUX A. l. c. p. 5.

² STRUEVER G. l. c. p. 25.

³ AYRES E. F. l. c. p. 82.

Ezen kristályon a többiek mindegyikén megfigyelt π (430) hiányzik, a π (210) lapjain az (100), π (10.6.1) és π (740) alakokra visszavezethető lapokból összetett dombocskák ülnek.

A formák megállapítására a következő szögadatok állottak rendelkezésre :

(210) : (110)	=	18°31' 8" obs.	18°26' 6" calc.
(210) : (650)	=	13 18 4	13 14 26
(210) : (2 $\bar{1}$ 0)	=	53 5 3	53 7 48
(210) : (102)	=	66 23 0	66 25 19
(210) : (10.6.1)	=	6 45 4	6 34 55
(210) : (111)	=	39 26 1	39 13 53
(210) : (2 $\bar{1}$ 1)	=	56 47 2	56 47 21
(210) : (121)	=	43 9 5	43 5 19
(210) : (211)	=	24 3 3	24 5 41
(211) : (111)	=	19 27 8	19 28 16
(211) : (100)	=	35 16 2	35 15 52
(211) : (6.1.10)	=	36 26 7	36 39 28
(121) : (101)	=	54 45 1	54 44 8
(121) : ($\bar{1}$ 11)	=	61 43 9	61 52 28
(111) : (001)	=	54 43 6	54 44 8
($\bar{1}$ 11) : (10.6.1)	=	98 6 0	98 30 35

2. Kristály.

(1. tábla, 2. ábra.)

A legnagyobb irányban 1 mm-t kitevő egyénen az észlelt formák a következők :

π (210)
 (100)
 (211)
 (111)
 π (430)
 (212)
 π (851)

A π (851) forma öt lappal lép fel.

A kristály combinatiojának megfejtésére a következő szög-
értékek szolgáltak:

$(210) : (2\bar{1}0)$	$= 53^\circ 3' 9''$ obs.	$53^\circ 7' 48''$ calc.
$(210) : (100)$	$= 26 \ 32 \ 0$	$26 \ 33 \ 54$
$(210) : (001)$	$= 89 \ 56 \ 6$	$90 \ 0 \ 0$
$(210) : (102)$	$= 66 \ 23 \ 6$	$66 \ 25 \ 19$
$(210) : (430)$	$= 10 \ 21 \ 8$	$10 \ 18 \ 18$
$(210) : (211)$	$= 24 \ 2 \ 9$	$24 \ 5 \ 41$
$(210) : (121)$	$= 43 \ 4 \ 1$	$43 \ 5 \ 19$
$(210) : (851)$	$= 7 \ 55 \ 5$	$8 \ 7 \ 49$
$(210) : (212)$	$= 41 \ 47 \ 9$	$41 \ 48 \ 37$
$(210) : (221)$	$= 26 \ 31 \ 2$	$26 \ 33 \ 54$
$(210) : (\bar{1}11)$	$= 104 \ 58 \ 0$	$104 \ 57 \ 48$
$(430) : (100)$	$= 37 \ 2 \ 7$	$36 \ 52 \ 12$
$(112) : (1\bar{1}2)$	$= 48 \ 7 \ 8$	$48 \ 11 \ 22$
$(112) : (010)$	$= 65 \ 57 \ 6$	$65 \ 54 \ 19$
$(112) : (001)$	$= 35 \ 13 \ 2$	$35 \ 15 \ 52$
$(112) : (111)$	$= 19 \ 26 \ 1$	$19 \ 28 \ 16$
$(211) : (851)$	$= 18 \ 55 \ 5$	$18 \ 47 \ 9$
$(221) : (001)$	$= 70 \ 26 \ 5$	$70 \ 31 \ 44$
$(221) : (111)$	$= 15 \ 49 \ 9$	$15 \ 47 \ 35$
$(221) : (22\bar{1})$	$= 38 \ 52 \ 9$	$38 \ 56 \ 32$
$(221) : (851)$	$= 18 \ 35 \ 8$	$18 \ 26 \ 6$
$(111) : (1\bar{1}1)$	$= 70 \ 30 \ 8$	$70 \ 31 \ 44$

3. Kristály.

(I. tábla, 3. ábra.)

A combinatiót a következő formák teszik:

$$\begin{array}{l}
 \pi \quad (210) \\
 \quad (100) \\
 \pi \quad (10.6.1) \\
 \pi \quad (851) \\
 \pi \quad (430) \\
 \quad (211) \\
 \pi \quad (201)
 \end{array}$$

A negatív alak ($0\bar{1}2$) lapját a következő szögértékek határozzák meg:

$(0\bar{1}2) : (0\bar{4}3)$	$= 26^\circ 45' 2''$	obs.	$26^\circ 33' 54''$	calc.
$(0\bar{1}2) : (0\bar{2}1)$	$= 36 \ 59 \ 4$		$36 \ 52 \ 12$	
$(0\bar{1}2) : (6.1.10)$	$= 36 \ 33 \ 8$		$36 \ 38 \ 35$	
$(0\bar{1}2) : (304)$	$= 44 \ 16 \ 2$		$44 \ 18 \ 45$	
$(0\bar{1}2) : (4\bar{3}0)$	$= 74 \ 28 \ 2$		$74 \ 26 \ 7$	

A combinatióban szereplő többi alakokat megállapították az alábbiakban közlött szögnagyságok:

$(210) : (100)$	$= 26^\circ 31' 6''$	obs.	$26^\circ 33' 54''$	calc.
$(210) : (2\bar{1}0)$	$= 53 \ 6 \ 4$		$53 \ 7 \ 48$	
$(210) : (430)$	$= 10 \ 17 \ 2$		$10 \ 18 \ 18$	
$(210) : (121)$	$= 43 \ 13 \ 9$		$43 \ 5 \ 19$	
$(210) : (211)$	$= 24 \ 0 \ 4$		$24 \ 5 \ 41$	
$(210) : (102)$	$= 66 \ 26 \ 8$		$66 \ 25 \ 19$	
$(210) : (185)$	$= 61 \ 45 \ 3$		$61 \ 52 \ 28$	
$(210) : (6.1.10)$	$= 60 \ 13 \ 2$		$60 \ 13 \ 4$	
$(210) : (851)$	$= 8 \ 5 \ 0$		$8 \ 7 \ 48$	
$(210) : (10.6.1)$	$= 6 \ 39 \ 1$		$6 \ 34 \ 55$	
$(211) : (001)$	$= 65 \ 52 \ 1$		$65 \ 54 \ 19$	
$(211) : (851)$	$= 18 \ 36 \ 4$		$18 \ 47 \ 9$	
$(211) : (10.6.1)$	$= 19 \ 42 \ 9$		$19 \ 39 \ 19$	
$(211) : (6.1.10)$	$= 36 \ 28 \ 1$		$36 \ 39 \ 28$	
$(211) : (185)$	$= 50 \ 3 \ 9$		$49 \ 47 \ 49$	
$(430) : (851)$	$= 7 \ 38 \ 1$		$7 \ 45 \ 30$	
$(430) : (10.6.1)$	$= 7 \ 42 \ 4$		$7 \ 40 \ 9$	
$(6.1.10) : (1.10.6)$	$= 56 \ 11 \ 1$		$56 \ 18 \ 25$	

4. Kristály.

(I. tábla, 4. ábra.)

A kristály legnagyobb dimensioja 2 mm.

A következő alakok combinatioját hordja:

$$\begin{array}{l}
 \pi \quad (210) \\
 \quad (100) \\
 \quad (111) \\
 \pi (10.6.1) \\
 \quad (211) \\
 \pi \quad (430) \\
 \pi \quad (650) \\
 \quad (110)
 \end{array}$$

A kristálynak a $\pi(210)$ alakhoz tartozó lapjain a $\pi(10.6.1)$, (001) és $\pi(740)$ formák lapjaiból összetett dombocskák vannak.

Az (110)-nak lapja kissé érdes.

A kombinatiót meghatározták a következő szögnagyságok

$(210) : (010)$	$= 63^{\circ}26'0''$	obs.	$63^{\circ}26' 6''$	calc.
$(210) : (430)$	$= 10 \ 18 \ 8$		$10 \ 18 \ 18$	
$(210) : (650)$	$= 13 \ 16 \ 6$		$13 \ 14 \ 26$	
$(210) : (110)$	$= 18 \ 40 \ 1$		$18 \ 26 \ 6$	
$(210) : (102)$	$= 66 \ 25 \ 3$		$66 \ 25 \ 19$	
$(210) : (112)$	$= 56 \ 46 \ 5$		$56 \ 47 \ 21$	
$(210) : (211)$	$= 24 \ 5 \ 9$		$24 \ 5 \ 41$	
$(210) : (001)$	$= 90 \ 0 \ 3$		$90 \ 0 \ 0$	
$(210) : (10.6.1)$	$= 6 \ 33 \ 8$		$6 \ 34 \ 55$	
$(210) : (6.1.10)$	$= 60 \ 17 \ 1$		$60 \ 13 \ 4$	
$(210) : (111)$	$= 39 \ 13 \ 0$		$39 \ 13 \ 53$	
$(100) : (010)$	$= 89 \ 55 \ 1$		$90 \ 0 \ 0$	
$(100) : (121)$	$= 65 \ 52 \ 0$		$65 \ 54 \ 19$	
$(112) : (1\bar{1}2)$	$= 48 \ 17 \ 4$		$48 \ 11 \ 22$	
$(430) : (650)$	$= 2 \ 57 \ 8$		$2 \ 56 \ 8$	
$(110) : (100)$	$= 44 \ 56 \ 5$		$45 \ 0 \ 0$	

5. Kristály.

(II. tábla, 1. ábra.)

A kristálynak legnagyobb mérete 1.2 mm.

A meghatározott formák jegyzéke ez:

π (210)
 (100)
 (211)
 π (851)
 (212)
 (111)
 π (430)
 π (530)
 π (310)

A formák meghatározására vonatkozó mért és számított szögnagyságok az alábbiak:

(210) : (100) =	26°33'9	obs.	26°33'54''	calc.
(210) : (430) =	10 23 3		10 18 18	
(210) : (530) =	4 28 7		4 23 56	
(210) : (310) =	8 12 9		8 7 48	
(210) : (2 $\bar{1}$ 0) =	53 7 9		53 7 48	
(210) : (211) =	24 1 1		24 5 41	
(210) : (121) =	43 10 9		43 5 19	
(210) : (112) =	56 42 8		56 47 21	
(210) : (021) =	66 18 4		66 25 19	
(210) : (111) =	39 12 0		39 13 53	
(210) : (212) =	41 44 6		41 48 37	
(210) : (851) =	8 14 4		8 7 49	
(211) : (212) =	17 43 1		17 42 56	
(122) : (185) =	18 30 8		18 26 6	

6. Kristály.

(II. tábla, 2. ábra.)

A kristályrészletnek legnagyobb mérete 1·7 mm.

A kombinatot alkotó alakok ezek:

π (430)
 π (210)
 π (10.6.1)
(111)
(211)
(100)
(110)
 π (520)
 π (650)
 π (10.7.0)
 π (13.9.0)
 π (560)
 π (11.5.0)
 π (7.11.0)

Ez azon egyén, mely a bevezetésben is említett igen nagy-lapu π (430) forma által kitűnik. Tetemes méretűek különben a π (10.6.1) és (111)-hez tartozók is. A π (560) és (110) lapja kissé érdes.

A formák a következő talált szögnagyságokból határozottak meg :

(210) : (100)	=	26°31' 5'	obs.	26°33' 54''	calc.
(210) : (210)	=	53	4 9	53	7 48
(210) : (650)	=	13	16 9	13	14 26
(210) : (430)	=	10	20 6	10	18 18
(210) : (520)	=	4	38 3	4	45 49
(210) : (560)	=	23	33 5	23	37 46
(210) : (110)	=	18	27 0	18	26 6
(210) : (102)	=	66	25 4	66	25 19
(210) : (11.5.0)	=	50	53 8	51	0 33
(210) : (7.11.0)	=	31	3 3	30	57 50
(210) : (111)	=	39	11 7	39	13 53
(210) : (10.6.1)	=	6	29 2	6	34 55
(430) : (10.7.0)	=	1	47 3	1	52 40
(430) : (13.9.0)	=	2	15 2	2	10 29
(430) : (10.6.1)	=	7	39 6	7	40 9

$(430) : (121) =$	35 41 0	35 15 52
$(211) : (111) =$	19 29 7	19 28 16
$(211) : (100) =$	35 13 5	35 15 52
$(111) : (100) =$	54 46 1	54 44 8
$(111) : (1.10.6) =$	33 1 2	33 0 46
$(1.10.6) : (100) =$	85 6 1	85 5 56
$(1.10.6) : (112) =$	36 42 0	36 39 28
$(1.10.6) : (10.6.1) =$	56 16 7	56 18 25
$(1.10.6) : (\bar{1}.10.6) =$	9 42 3	9 48 8

7. Kristály.

(I. tábla, 5. ábra.)

A megvizsgált kristályok közül a legnagyobb; ugyanis mérete az egyik irányban megüti a 4 mm. hosszú, e mellett azonban a formákban is a leggazdagabb, mert nem kevesebb mint 21-et találtam rajta. Ezek:

π (210)	π (540)
π (10.6.1)	π (10.7.0)
π (430)	π (870)
(100)	(110)
(211)	π (890)
π (15.11.0)	π (120)
π (320)	π (250)
π (16.9.1)	π (11.15.0)
π (650)	π (780)
π (13.8.0)	π (8.13.0)
π (13.9.0)	

A π (210)-nak lapjai egyrészt a jellemző élékekkel, másrészt az alaknak a π (10.6.1)-nek hozzá legközelebb fekvő lapjainak combinatio élével párhuzamosan rostosak. Ezen irányú rostokkal elvannak látva a π (10.6.1) lapjai is.

A π (210)-nak lapjain a π (10.6.1) (010) és π (13.8.0) vagy π (320)-nak lapjaiból képezett kis dombocskák ülnek.

A szögnagyságok táblázata a következő:

(210) : (430)	=	10°14' 6"	obs.	10°18' 18"	calc.
(210) : (010)	=	63 23 0		63 26 6	
(210) : (320)	=	7 2 7		7 7 30	
(210) : (15.11.0)	=	9 35 4		9 41 20	
(210) : (650)	=	13 12 4		13 14 26	
(210) : (13.8.0)	=	5 1 9		5 2 33	
(210) : (13.9.0)	=	8 5 2		8 7 49	
(210) : (540)	=	12 0 5		12 5 41	
(210) : (10.7.0)	=	8 22 8		8 25 7	
(210) : (870)	=	14 26 3		14 37 15	
(210) : (110)	=	18 22 8		18 26 6	
(210) : (102)	=	66 17 5		66 25 19	
(210) : (10.6.1)	=	6 36 6		6 34 55	
(210) : (6.1.10)	=	60 13 0		60 13 4	
(210) : (16.9.1)	=	4 14 4		4 11 6	
(430) : (890)	=	11 22 2		11 29 48	
(430) : (120)	=	26 37 1		26 33 54	
(430) : (250)	=	31 13 9		31 19 43	
(430) : (11.15.0)	=	16 48 5		16 52 34	
(430) : (780)	=	11 50 8		11 56 39	
(430) : (8.13.0)	=	21 30 7		21 31 21	
(430) : (10.6.1)	=	7 55 1		7 40 10	
(211) : (6.1.10)	=	36 41 6		36 39 28	
(211) : (10.6.1)	=	19 32 7		19 39 19	
(10.6.1) : (6.1.10)	=	56 11 0		56 18 25	
(10.6.1) : (16.9.1)	=	2 16 4		2 23 49	

★

A megvizsgált két ikerkristálynál, mint említém, az ikerlap a rhombtizenkettőse és miután az egyének teljesen átnőttek, az úgynevezett vaskereszt ikreket alkotják.

A rajtuk tapasztalt 16 forma a következő:

Hexaëder	---	---	---	---	(100)	$\infty O\infty$
Pentagondodekaëderek	π	(310)	$\left[\frac{\infty O3}{2} \right]$			
	π	(520)	$\left[\frac{\infty O^{5/2}}{2} \right]$			
	π	(940)	$\left[\frac{\infty O^{9/4}}{2} \right]$			
	π	(210)	$\left[\frac{\infty O2}{2} \right]$			
	$\star\pi$	(950)	$\left[\frac{\infty O^{9/5}}{2} \right]$			
	π	(13.8.0)	$\left[\frac{\infty O^{18/8}}{2} \right]$			
	π	(13.9.0)	$\left[\frac{\infty O^{18/9}}{2} \right]$			
	π	(430)	$\left[\frac{\infty O^{4/3}}{2} \right]$			
	$\star\pi$	(970)	$\left[\frac{\infty O^{9/7}}{2} \right]$			
Dyakisdodekaëderek	---	π	(16.9.1)	$\left[\frac{16 O^{16/9}}{2} \right]$		
		π	(10.6.1)	$\left[\frac{10 O^{5/3}}{2} \right]$		
		π	(851)	$\left[\frac{8 O^{8/5}}{2} \right]$		
Deltoiddodekaëder	---	---	(211)	$2O2$		
Triakisoktaëder	---	---	(221)	$2O$		
Oktaëder	---	---	(111)	O		

Közülük a \star -gal jelölt kettő a pyrit új formája, a π (13.8.0), π (13.9.0) és π (16.9.1) pedig az egyszerű kristályokon első ízben ismertettek.

1. Kristály.

(II. tábla, 3. ábra.)

A kristályrészlet legnagyobb mérete 2 mm. körül van.

Habitusát a π (210) és π (210) határozzák meg. A combina-

tióban szereplő formák, lapjaiknak kifejlődése nagyságát figyelembe véve, fogyó elrendezésben a következők:

az egyik egyénen	a másik egyénen
π (210)	π (210)
(211)	(211)
π (940)	π (940)
(100)	(100)
π (520)	π (520)
π (851)	π (851)
(111)	(111)
π (430)	π (430)
(221)	
π (310)	

A π (210) és π (210) lapjai a forma jellemző élével párhuzamosan finoman rostosak; a (211), (211), π (851), π (851), (111), (111), π (430), π (430) és (221)-é simák és igen fényesek.

Az (100) és (100) lapjai a π (210) illetve a π (210) jellemző élével egyenközűen rostosak.

A π (940), π (520), π (520) és π (310) formák, csíkok és rostok alakjában a π (210) és π (210) laprészeivel többszörösen váltakozva fordulnak elő.

A combinatióban szereplő alakok az alábbi szögadatokból állapítottak meg:

	obs.		calc.
(210) : (100)	= 26°36' 5'	} --- ---	26°33'54"
(210) : (100)	= 26 33 8		
(210) : (430)	= 10 18 0	} --- ---	10 18 18
(210) : (430)	= 10 18 3		
(210) : (520)	= 4 46 1	} --- ---	4 45 50
(210) : (520)	= 4 44 3		
(210) : (940)	= 2 27 3	} --- ---	2 36 9
(210) : (940)	= 2 43 1		
(210) : (310)	= 8 4 0	} --- ---	8 7 49
(210) : (210)	= 53 9 3		
(210) : (210)	= 53 7 1		

$(210) : (102) = 66 \ 17 \ 7$	}	--- --- --- 66 25 19
$(210) : (102) = 66 \ 22 \ 4$		
$(210) : (851) = 7 \ 59 \ 7$	}	--- --- --- 8 7 49
$(210) : (851) = 8 \ 10 \ 3$		
$(210) : (518) = 58 \ 40 \ 6$	}	--- --- --- 58 45 55
$(210) : (518) = 58 \ 42 \ 2$		
$(210) : (185) = 62 \ 3 \ 1$	}	--- --- --- 61 52 28
$(210) : (221) = 26 \ 18 \ 2$		
$(210) : (111) = 39 \ 8 \ 1$	}	--- --- --- 39 13 53
$(210) : (111) = 39 \ 10 \ 7$		
$(210) : (211) = 23 \ 59 \ 5$	}	--- --- --- 24 5 41
$(210) : (211) = 23 \ 59 \ 9$		
$(210) : (112) = 56 \ 48 \ 3$	}	--- --- --- 56 47 21
$(210) : (112) = 56 \ 49 \ 9$		
$(211) : (010) = 65 \ 58 \ 0$	}	--- --- --- 65 54 19
$(211) : (010) = 65 \ 48 \ 3$		
$(211) : (100) = 35 \ 21 \ 8$	}	--- --- --- 35 15 52
$(211) : (100) = 35 \ 9 \ 1$		
$(211) : (111) = 19 \ 29 \ 1$	}	--- --- --- 19 28 16
$(211) : (851) = 18 \ 50 \ 1$		
$(211) : (851) = 18 \ 46 \ 2$	}	--- --- --- 18 47 9
$(211) : (518) = 35 \ 13 \ 7$		
$(851) : (221) = 18 \ 19 \ 3$	}	--- --- --- 18 26 6
$(851) : (518) = 54 \ 7 \ 6$		
$(951) : (518) = 53 \ 49 \ 3$	}	--- --- --- 53 55 19
$(851) : (111) = 31 \ 31 \ 5$		
$(111) : (100) = 54 \ 51 \ 0$	}	--- --- --- 54 44 8
$(111) : (100) = 54 \ 38 \ 2$		
$(430) : (940) = 13 \ 4 \ 7$	}	--- --- --- 12 54 27
$(021) : (100) = 26 \ 37 \ 0$		
$(210) : (430) = 26 \ 25 \ 5$	}	--- --- --- 26 33 54
$(210) : (940) = 39 \ 23 \ 5$		
$(210) : (310) = 44 \ 50 \ 2$	}	--- --- --- 39 28 21
$(210) : (210) = 90 \ 2 \ 9$		
$(210) : (520) = 85 \ 12 \ 6$	}	--- --- --- 45 0 0
$(210) : (221) = 26 \ 25 \ 7$		
$(210) : (211) = 42 \ 59 \ 3$	}	--- --- --- 90 0 0
	}	--- --- --- 85 14 10
	}	--- --- --- 26 33 54
	}	--- --- --- 43 5 19

$(210) : (518) =$	70	37	7	---	---	---	70	43	56
$(210) : (851) =$	31	56	2	---	---	---	31	56	53
$(\overline{102}) : (518) =$	44	45	5	---	---	---	45	0	0
$(012) : (85\overline{1}) =$	61	47	6	---	---	---	61	52	28
$(02\overline{1}) : (851) =$	36	44	9	---	---	---	36	44	14
$(210) : (10\overline{2}) =$	78	22	1	---	---	---	78	27	46
$(102) : (\overline{102}) =$	36	50	6	---	---	---	36	52	12
$(00\overline{1}) : (100) =$	90	0	1	---	---	---	90	0	0
$(304) : (00\overline{1}) =$	36	56	7	---	---	---	36	52	12
$(04\overline{3}) : (304) =$	16	5	3	---	---	---	16	15	36

2. Kristály.

(II. tábla, 4. ábra.)

A kristályrészlet 3 mm.-t kitevő legnagyobb mérete mellett két teljesen átnőtt egyénből összetett. Habitusukat, mint legnagyobb lapu alak a $\pi(210)$ illetve $\pi(\overline{210})$ állapítja meg. A többi azonfelül tapasztalt forma korlátolt kiterjedésű lapokkal lép fel.

A talált formák

az egyik egyénen	a másik egyénen
$\pi(210)$	$\pi(\overline{210})$
(100)	$(\overline{100})$
$\pi(430)$	$\pi(\overline{430})$
(211)	$\pi(10.6.1)$
	$\pi(\overline{950})$
	$\pi(13.8.0)$
	$\pi(\overline{13.9.0})$
	$\pi(\overline{970})$
	$\pi(16.9.1)$

Az első egyén $\pi(210)$ alakjának 210 és $2\overline{10}$ lapjai a pyritoöder jellemző élével és ugyancsak ez alaknak a $\pi(10.6.1)$ combinatio élével egyenközű rostokat élesen mutatják, kevésbé érvényesül a jellemző élre merőleges irányú, az alak 102 és $10\overline{2}$ lapja ellenben sima. A hexaöderlapok a pyritoöder jellemző élével

egyenközű rostokat hordanak, ellenben a 304, valamint a kicsi kiterjedésű $2\bar{1}\bar{1}$ sima.

A második egyénnek π (210) lapjai kivétel nélkül rostosak, betartva az elsőnél ismertetett irányokat, csak hogy ennél a pyritoéder jellemző élére merőleges, erősségre versenyzik a többiekkel. Az (100) és π (430) lapjai az első egyénnél leírt tulajdonsággal bírnak. A π (10.6.1)-nek kis lapjai simák és fényesek, ilyen tulajdonságúak a keskeny csikformájú négy pentagondodekaéder és a π (16.9.1) lapjai is.

Az új π (950) és π (970) formák metszéseiinek meghatározására szolgált ismerete helyzetüknek az $[010.02\bar{1}]$ övben és a 021 illetve $02\bar{1}$ lapokhoz mért $2^\circ 31' 0''$ és $11^\circ 18' 3''$ -nyi szögnagyságok. Ezeknek megfelelő számítottjai:

$$\underline{021} : \underline{095} = 2^\circ 29' 23''$$

$$\underline{02\bar{1}} : \underline{097} = 11 \ 18 \ 36.$$

A következőkben összeállított élszög adatokból határozottattak meg az alakok:

$(210) : (100)$	$= 26^\circ 33' 6''$ obs.	$26^\circ 33' 54''$ calc.
$(210) : (430)$	$= 10 \ 20 \ 4$	$10 \ 18 \ 18$
$(210) : (102)$	$= 66 \ 23 \ 4$	$66 \ 25 \ 19$
$(210) : (211)$	$= 23 \ 51 \ 7$	$24 \ 5 \ 41$
$(430) : (100)$	$= 36 \ 51 \ 2$	$36 \ 52 \ 12$
$(100) : (001)$	$= 89 \ 49 \ 9$	$90 \ 0 \ 0$
$(021) : (043)$	$= 10 \ 11 \ 5$	$0 \ 18 \ 18$
$(02\bar{1}) : (0.13.8)$	$= 5 \ 4 \ 1$	$5 \ 2 \ 33$
$(02\bar{1}) : (0.13.9)$	$= 8 \ 5 \ 7$	$8 \ 7 \ 49$
$(02\bar{1}) : (021)$	$= 53 \ 7 \ 6$	$53 \ 7 \ 48$
$(02\bar{1}) : (0.13.9)$	$= 61 \ 13 \ 6$	$61 \ 15 \ 37$
$(02\bar{1}) : (043)$	$= 63 \ 19 \ 8$	$63 \ 26 \ 6$
$(210) : (10.6.1)$	$= 6 \ 31 \ 6$	$6 \ 34 \ 55$
$(210) : (16.9.1)$	$= 4 \ 17 \ 0$	$4 \ 11 \ 6$
$(\bar{1}.10.6) : (\bar{1}.16.9)$	$= 2 \ 25 \ 2$	$2 \ 23 \ 49$

$(102) : (09\bar{7})$	$= 25 \ 28 \ 3$	$25 \ 53 \ 36$
$(102) : (0.13.\bar{8})$	$= 31 \ 44 \ 6$	$31 \ 49 \ 39$
$(102) : (09\bar{5})$	$= 34 \ 11 \ 6$	$34 \ 22 \ 49$
$(102) : (0\bar{2}1)$	$= 89 \ 56 \ 2$	$90 \ 0 \ 0$
$(102) : (095)$	$= 92 \ 27 \ 7$	$92 \ 29 \ 23$
$(102) : (0.13.9)$	$= 98 \ 12 \ 1$	$98 \ 7 \ 49$
$(102) : (043)$	$= 100 \ 6 \ 4$	$100 \ 18 \ 18$
$(210) : (210)$	$= 36 \ 41 \ 2$	$36 \ 52 \ 12$

Végeredmények.

A bélabányai Nándor koronaherczeg tárában trachytból törött pyrit kristályok egyszerűek és ikrek.

A megvizsgált hét egyszerű kristály közül három pozitív és negatív állású alakokat egyidejűleg hord. Az ikreknél az ikersík a rhombdodekaéder lapja.

Valamennyi kristályon észlelt forma 33, még pedig:

- 1 hexaéder,
- 17 pozitív állású pentagondodekaéder,
- 8 negatív állású pentagondodekaéder,
- 1 rhombdodekaéder,
- 3 pozitív állású dyakisdodekaéder,
- 1 deltoiddodekaéder,
- 1 triakisoktaéder,
- 1 oktaéder.

Hét pozitív és három negatív állású pentagondodekaéder és egy pozitív állású dyakisdodekaéder új forma az anyagra.

A kristályok jellemét, mint a legnagyobb lapokkal kifejlődött forma a π (210) adja meg, e mellett állandók, de többnyire alárendelt méretű lapokkal fellépők az (100) és (211). Gyakran találtak és lapjaik nagyságával a kristályok alakját is befolyásolók a π (430), π (10.6.1), míg a π (520), π (13.9.0), (110), π (851), „(221) és (111) csak csekély változást idéznek elő. Ritkébbak és

alárendelt szerepűek a π (310), π (13.8.0), π (10.7.0), π (120), π (16.9.1), a fönmaradó 17 egy-egy kristályon észleltetett.

Ugy a positiv, mint az ellenkező állású pentagondodekaéder legtöbbje a pyritoéder és a hozzá legközelebb álló rhombdodekaéderlap által meghatározott övrészletbe tartozik, a három dya-kisdodekaéder a π (210) és az ugyanazon oktansban tőle legtávolabb fekvő rhombdodekaéder lapján áthaladó övbe esik.

A triakisoktaédernek, a π (10.6.1) és a π (16.9.1) alakoknak egyidejű fellépte úgy látszik kizárja egymást, mert három kristályon mindig a π (851)-el társulva fordul elő, viszont azonban a π (851) felléptének nem folyománya a triakisoktaéder kifermálódása.

A jelenség, hogy a positiv állású formák mellett, két kristályomon nagy számban negativok is találtattak, közel hozza a feltevést ezeket oly ikreknek tartani, melyeknek egyénei párhuzamos állásban vannak összenőve. De ennek igazolására a megvizsgált kicsi méretű kristályokon támpontokat nem voltam képes találni.

★

Vizsgálataimat dr. KRENNER JÓZSEF tanár úr engedélyével az egyetem ásványtani intézetében végeztem, a vizsgálatra az anyagot a selmeczbányai bányageolog, szentkatolnai CSEH LAJOS magy. kir. bányatanácsos úr ismert előzékenységgel bocsátotta rendelkezésemre, miért is nevezett uraknak köszönetemet nyilvánítani e helyütt kedves kötelességemnek tartom.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 április 18.-án tartott üléséből.)

VIZSGÁLATOK TYPHUS-BACILLUSOKKAL FERTŐZÖTT ÁLLATOK VÉRÉVEL.

FODOR JÓZSEF r. tag és RIGLER GUSZTÁV-tól.

A typhus-bacillusnak határozott, kétséget kizáró fölismerése egyik legfontosabb, legégetőbb kérdése a kísérletes hygienének. És ámbár a fölismerésnek módszerei évről-évre jelentékenyen szaporodtak és javítottak, még ma is sokat vitatott napi kérdés az EBERTH-féle bacillusoknak gyors és biztos diagnosisa.

PFEIFFER és ISSAEFF 1894-ben a bakterodiagnostikát egy új gondolattal gazdagították.* A vérsavónak bakteriumölő tulajdonságait vizsgálva, kimutatták, hogy a cholera ellen immunizált állat vérsavója cholera-kulturával együttesen tengeri malacz hasüregébe fecskendezve elveszi a kultura ható-képességét, s a hasüregben a cholera bacillusai elvesztik mozgásukat s coccusokhoz hasonló apró testecskékké zsugorodnak össze. E tünetényt alkalmasnak mondották a valódi cholera-bacillusok fölismerésére. Nem szólunk az eme közleményt követő kontroll vizsgálódásokról és hosszas vitákról,** hanem azzal folytatjuk, hogy megint PFEIFFER, KOLLE-vel *együtt*, egy újabb munkában megállapíthatták, hogy a typhus ellen immunizált állat vére is egészen hasonlóképen befolyásolja a typhus-bacillusokat, úgy, hogy szerintük e tünetény alkalmas eszköz a typhus-bacillusok felismerésére s hozzájuk hasonló más természetű bakteriumoktól való elkülönítésre.*** Csak-

* Zeitschrift f. Hygiene 1894. XVIII.

** Megemlítendőek mégis különösen METSCHNIKOFF és BORDET kísérletei. A részletes irodalom megtalálható R. BENSANDE, Le phénomène de l'agglutination, stb. című munkájában. Páris 1897.

*** Zeitschrift f. Hygiene XXI. 1896.

hamar követték e fölfedezéseket GRUBER és DURHAM-éi, kik előadták, hogy a cholera- és typhus-bacillusok diagnosisa oly módon is eszközölhető, hogy cholera-, illetve typhus-bacillusok függőcsepp készítményéhez kevés cholera- illetve typhus-immunserumot adunk, a mikor a cholera- illetve typhus-bacillusok elvesztik mozgásukat, egybetapadnak (*agglutinálódnak* mint GRUBER nevezi), illetve a kémcsőben a fenékre süllyednek stb.*

Ezek a tapasztalatok már utat mutattak a hygienének a typhus- és cholera-bacillusok felismerésének egy újabb és sokat ígérő módzatára, a mikor WIDAL közzétette kísérleteit, melyek bizonyították, hogy a typhusban megbetegedett egyén vére szintén agglutinálja a typhus-bacillusokat, minél fogva egrészt alkalmas az a vér a typhus-bacillusok fölismerésére, másrészt a typhus-tenyészet magatartása a typhusos egyén vérével szemben eszközül szolgálhat a typhus-betegségnek megállapítására.**

A hygiene tehát módszert nyert a typhus-bacillus fölismerésére úgy a PFEIFFER, mint a GRUBER-féle immunserum-kísérletben, valamint a WIDAL-féle reactioban is.

Mindazonáltal mind a három módszer alkalmazása nehézségekkel jár. Az állatok immunizálása időt, fáradságot kíván; typhus-beteg pedig nincs mindig kéznél, kivált a közegészség-tani laboratoriumokban. Ezeknél fogva mi oly irányban fogtunk vizsgálódásokhoz és kísérletekhez, *vajjon nem lehet-e a typhus-kultúrával frissen fertőzött állat vérében — úgy mint a typhusban szenvedő beteg ember vérében — agglutináló anyagot kapni?*

Kísérleteink hosszúra nyultak; főképen azért, mert elszomorítóan szegényes laboratoriumi viszonyaink között minduntalan nehézségeink voltak kísérleti állatok beszerzésében, úgy hogy vizsgálatainkat ismételve és hosszabb időre is kénytelenek voltunk meg-meg szakítani.

Bevezető kísérleteinkben nyulak bőre alá 24 órás typhus-bouillon-kultúrát fecskendeztünk (1—5 cem-nyit). Az így beoltott állat füléből azután vért vettünk, s villamos körforgóval a savóját leválasztottuk. Az így előállított vérsavót 24 órás typhus-bouillon-

* Münchener Med. Wochenschrift. 1896 No 9 és 13.

** Irodalmat lásd: BENSAUDE f. i. h.

kulturákkal kevertük össze, s mikroszkop alatt megfigyeltük, vajjon mutatkozik-e agglutinatio?

Az eredmény az volt, hogy míg a beoltás előtt a nyúl vére nem mutatott mozgást szüntető és egybetapasztó, vagyis agglutináló hatást a typhus-bacillusokra nézve, addig beoltás után már 24 óra múlva észrevehető volt (nem fertőzött nyulak vérével végzett parallel kísérletek nyomán), hogy a mozgás csökkent; 2×24 óra múlva még szembeszökőbbé vált a mozgás szűnése és agglutinatio jelentkezése; 3×24 óra alatt pedig az agglutinatio és mozgás-szüntetés teljes lett,* s ilyen maradt a vérsavó hatása 15 nap múlva is. Ezzel szemben a typhusos állat vére sem coli-, sem cholera-, sem subtilis-, sem pyocyaneus-bacillusokat nem zavart meg mozgásukban, illetve nem agglutinált.

További behatóbb vizsgálatainkhoz tengeri malaczkokat használtunk, melyeknek vérének mindenek előtt kipróbáltuk agglutináló tulajdonságára nézve. Azután 48 órás typhus-bouillon-kulturából — illetve coli-kulturából — 1 kcm.-t 300 gramm testsúlyra fecskendeztünk a malaczkok bőre alá. Majd időközönként vért vettünk a malaczkok füléből, illetve vénájából, vékonyra kihúzott üvegsőbe, s elektromos körforgóval tiszta savót készítettünk. E savónak hatását mikroszkop alatt kémleltük 24 órás, különféle bouillon-kulturákkal szemben.

A vérsavót egyrészt azonos mennyiségben elegyítettük bouillon-kulturával, másrészt 50 rész bouillon-kulturához adtunk 1 rész vérsavót, s összekeverés után 1 óra, 4 óra, esetleg több óra múlva vizsgáltuk a hatást mikroszkop alatt.

Vizsgálatainkhoz négyféle typhus-kulturát használtunk, melyek valódiságát a szokásos módszerekkel, köztük a WIDAL-féle kísérlettel is, a lehetőségig megállapítottuk. Ezek közül három régi eredetű és egy friss typhus-kultura volt. Parallel kísérletekhez coli befecskendezéseket eszközöltünk négyféle, szintén régi eredetű coli-kulturával, a melyeknek valódiságát hasonlóképen kontrolláltuk.

Az eredmény a következő volt:

* Hasonló kísérletekről és eredményekről írnak ACHARD és BENSUADE. Arch. d. méd. exp. 1896. 759.

1. *Ép malaczok vérének agglutináló képessége typhus- és coli-kultúrákkal szemben.* Ép malaczok vére *typhus-bouillon-kultúrákkal* sem 1 : 1, sem 1 : 50 arányban, sem 1 óra, sem hosszabb idő múlva nem mutat kifejezett agglutináló hatást. Ép malaczok vére *coli-kultúrákkal* szemben, ha az arány 1 : 1 volt, gyakran adott úgy egy, mint négy óra múlva gyenge agglutináló tünetnyt: a bacillusok közül sokan mozdulatlanná váltak, csoportokba verődtek, de ez nem volt olyan összegomolyodás, minőt a valódi agglutinatio mutat; egyszersmind a bacillusok egy része megtartotta eleven mozgását. Ha az ép malacz vérsavója 1 : 50 hígításban vététt, a coli-kultúrák sem mutattak még ilyen részleges agglutinációt sem.

2. *Typhus-kultúrákkal befecskendezett malaczok vérének viselkedése typhus-kultúrákkal szemben.*

A typhus-kultúrákkal fentebb leírt módon befecskendezett malaczok vérsavója typhus-bouillonnal 1 : 1 arányban keverésnél már 3×24 óra múlva a typhussal beoltás után agglutinatiót és mozgás-szünetetést okoz; de ez a hatás lassan fejlődik ki és csak 4—24 órás praeparatumon teljes. Négy és több nap múlva a typhussal beoltás után, 1 : 1 arányban keverésnél, egyre gyorsabban mutatkozik a teljes agglutinatio és mozdulatlanság, leggyorsabban és legerélyesebben pedig a 8—10. nap körül. A 12. napon túl veszít a malacz vére agglutináló tulajdonságából: nem áll be oly gyorsan az agglutinálás és mozdulatlanság, ámbár még a 25—26. napon is a készítmények gyakran teljes agglutinatiót mutattak.

77—80. napon a malacz vére még mindig mutat agglutináló tulajdonságot, ámbár ez lassan áll elő és nem teljes.

A typhussal oltott malacz vére savója 50-szer annyi typhus-bouillonnal keverve a beoltás után 5. napon még gyenge s lassan kifejlődő agglutinatiót okoz; a 6. napon, négy óráig álló praeparatumokon, már teljes az agglutinatio és mozdulatlanság, egy óráig állókon kivételesen nem teljes. A 8—10. napokon legerélyesebb az agglutinatio, különösen a négy óra hosszat álló praeparatumokban. A 10—14. napon túl gyengül sőt teljesen eltűnhet az agglutináló képesség, ámbár egyes esetekben még 59 nap múlva is kis mértékben észrevehető.

A 77—80. napon nem vehető többé észre 1 : 50 arányban a savó agglutináló hatása.

Ki kell emelnünk, hogy az agglutinálás szebben észlelhető az 1 : 50-szeres hígítású savó alkalmazásánál, mint az 1 : 1 savónál. Utóbbiban a typhus-bacillusok csakhamar alakjukat veszítik, coccusokhoz hasonlókká válnak.

Még megemlítjük, hogy a typhusos malacz vérsavója még nagyobb hígítással is, mint 1 : 50, t. i. 1 : 100, 1 : 150-szeresnél is mutat agglutináló hatást, de nem elég határozottat.

3. *Typhus-kulturákkal befecskendezett malaczok vérsavójának viselkedése coli-kulturákkal szemben.*

A typhus-kulturákkal befecskendezett malaczok vérsavója 1 : 1 arányban gyakorol hatást a coli-bakteriumokra, úgy a mint az ép vér savójánál is tapasztaltuk. De ez a hatás lassan, több óra múlva fejlődik ki a praeparatumban, és nem teljes, mert a bacillusok kevésbé gomolyodnak össze s közülök sok mozog.

1 : 50 arányban a vizsgált coli-kulturák egyike sem mutatott az oltásnak 8. napján sem agglutinatíot. Hosszabb (négy és több óras) állásnál legfőlebb az látható, hogy számos bacillus mozdulatlan, de határozott összegomolyodás nem tapasztalható és egyes bacillusok erősen mozognak.

Jegyzetünkben van ugyan *egy* kísérleti adat, mely szerint (KRÁL-KOCH-féle eredetű typhussal) oltott malacz 1 : 50 hígítású savója négy óra alatt teljes agglutinatíot mutatott egy coli-tenyésztettel szemben. Ezt az *egy* esetet azonban nyilván valami esetleges tévedésnek kell betudni, mert az egyidejűleg ugyanazon vérsavóval kezelt más három coli-kultura nem mutatott agglutinatíot, egyszersmind azon agglutinatíot mutatott coli-tenyészet úgy megelőző, mint későbbi kísérletnél hasonló magatartást mutatott, mint a többi coli-tenyészet.

4. *Coli-kulturákkal befecskendezett malaczok vérének viselkedése typhus- és coli-kulturákkal szemben.*

Coli-kulturákkal (48 órás bouillon-kulturából 1 kem. pro 300 gr. malacz) befecskendezett malaczok vére 1 : 1 arányban gyakran mutat részleges agglutinatíot úgy *typhus-* mint még gyakrabban *coli-kulturákkal* szemben, a malacz beoltása után 6—10. napon és 1—4 óráig álló praeparatumokon. Sőt egy esetben

teljes agglutinatio és mozgáshiány volt észlelhető egy óráig álló præparatumon; ugyanaz a præparatum azonban négy óra múlva mozgó bacillusokat mutatott megint.

1 : 50 arányban coli-vér typhus-kulturával szemben nem mutatott egy esetben sem teljes agglutinatit, részleges agglutinatit azonban többször láttunk.

1 : 50 arányban coli-vér coli-kulturával szemben egy esetben sem mutatott teljes agglutinatit; tökéletlen azonban sok esetben, még pedig a malacz befecskendezése után a 8—14. napon. E tökéletlen hatást egyrészt az jellemzi, hogy — mint fentebb előadtuk — a bacillusok nem állanak gomolyokba össze, mint a typhus-bacillusok typhus-vérrel való kezelésnél, és sok bacillus meg is tartja mozgását; másrészt az, hogy coli-vér ugyanazt a tenyészetet, a melylyel maga a malacz be volt fecskendezve, leginkább agglutinálja, míg más coli-tenyészetekkel szemben csak kivételesen mutat még ilyen tökéletlen agglutinatit is.

*

A leírt vizsgálódásokból azt a következtetést vonjuk le, hogy *a beoltott tengeri malacz vére igen alkalmas reagens úgy a valódi typhus-bacillus fölismerésére és a coli-csoporttól elkülönítésére, mint annak megállapítására, hogy a kísérleti állat fertőzve van-e typhussal vagy sem*, mert a valódi typhus-bacillus a typhussal oltott állat véréből erősen agglutináltatik, egyszersmind a typhussal fertőzött malacz vére typhus-bacillust erősen agglutinál. Hogy azonban e vizsgálati módszer követésénél a tévedést a lehetőségig elkerülhessük, a következőkre kell különösen ügyelni:

a) A typhussal beoltott malacz vérét a 8—10. napon az oltás után használjuk a vizsgálandó bacillus kémlelésére. Kétséges esetben ismételjük meg a kísérletet 2—3-szor a következő napokon.

b) A vérsavót és a 24 órás (37° C-nál tenyésztett) bouillon-kulturát 1 : 1 és 1 : 50 arányban keverve tegyük függő cseppben a mikroszkop alá és 1—4 órán át figyeljük meg.

c) Gondosan állapítsuk meg, hogy a bacillusok egybe vannak-e gomolyodva, s hogy teljesen megszűnik-e a mozgás a præparatumban?

d) A vizsgált bacillus 48 órás (37° C-nál) bouillon-tenyészetével malaczt oltva (1 km. 300 gr. malaczra), ennek vérével

tegyünk ellenpróbát arra, vajjon az typhus-bacillus-kulturát agglutinál-e?

*

A typhussal oltott állat vére nem csupán frissen, a testből kivetés után, bir agglutináló hatással, hanem *e hatását sokáig megtartja*. Egy typhussal oltott malaczt az oltás után 8. napon megölvén, a centrifugált vérsavó, jégsezekrényben tartva, még 28 nap múlva is teljesen tanusította agglutináló hatását; hat hét múlva azonban a hatás lényegesen meggyengült.

Kísérleteket végeztünk arra nézve, vajjon *nem lehetne-e a typhus-vér agglutináló tulajdonságának az állatban kifejlődését siettetni és erősíteni* az által, ha a tengeri malaczba, 300 grammra nem 1, hanem több (5) kcm. 48 órás typhus-bouillont fecskendezünk be. Az eredmény teljesen negativ volt. Az 1 kcm.-rel befecskendezett malacz vére épügy és akkor agglutinált, mint az 5 kcm.-rel befecskendezett malacz vére. Ezzel szemben azonban az olyan malacznak a vére, a mely csupán 0.1—0.5 kcm. kulturát kapott a bőre alá, sokkal kevésbbé mutatott agglutinatit, mint az olyané, a mely 1 kcm.-t kapott.

Vizsgálódásokat végeztünk továbbá abban az irányban is, vajjon a typhus-kulturával befecskendezett malacz testében, *valamely szervben, szervi váladékban* nem fejlődik-e gyorsabban és erősebben, mint a vérben, agglutináló anyag?

A tengeri malaczokat typhus-kulturával befecskendezve, 1, 2 stb. \times 24 óra múlva leöltük és párhuzamosan vizsgáltuk a vérsavó, epe, húgy agglutináló tulajdonságát; úgy szintén *lépből, májból* lemért súlyú részletet véve, azt azonos súlyú steril-bouillonnal eldörzsöltük, azután körforgón a savót kihajtottuk, s szintén vizsgáltuk agglutináló tulajdonságára nézve.

Az eredmény az volt, hogy a vérben leggyorsabban és leg-határozottabban fejlődött ki az agglutináló hatás; kevésbbé, de még is mutatott hatást a máj, azután a lép seruma; az epe, a húgy még 1 : 1 arányban és a 10. napon az állat fertőzése után sem okozott agglutinatit.*

* Hasonló eredményt említene ACHARD és BENSAUDE, valamint ARLOING. L. BENSAUDE, f. i. h.

Vajjon a leírt vizsgálati módszer *teljesen* megbízható-e a typhus-bacillus fölismerésére, azt csakis hosszabb tapasztalat, typhus-bacillusokkal nagy számú további kísérlet döntheti el véglegesen. De tekintettel arra, hogy négy különféle korú és eredetű typhus-bacillus, és négy coli-bacillus egyező eredményt adott, igen valószínű, hogy a módszer valóban megbízható a typhus-bacillus megállapítására, illetve a coli-csoportéhoz tartozók kizárására.

Nem lehetetlen mindazáltal, hogy előfordulnak a természetben olyan typhus-bacillusok, melyek annyira kivetköztek már eredeti tulajdonságaikból, hogy bouillon-kultúrájuk sem a malaczba fecskendezve, annak vérét nem teszi valódi typhus-bacillussal szemben agglutinálóvá, sem valódi typhussal beoltott malaczok vére, a mely a valódi typhus-bacillust jól agglutinálja, nem bír reájuk ilyen hatással. De e bacillusokra nézve nagyon közelfekvő az a gyanú, hogy azok sem a közelmúltban, sem a közel jövőben nem bírnak oly tulajdonsággal, mint a reagáló bacillusok, vagyis tehát sem fertőző typhus esetekből a közelmúlt időből nem származtak, sem fertőzésnek nem vállalhatnak a közlelbi jövőben kútforrásává, tehát hogy azok hygienikus tekintetben különbösek.

Nem hagyhatjuk el, hogy reá ne mutassunk e vizsgálódások nyomán arra, a mi egyébként minden szakértőnek azonnal szemébe ötlük, hogy t. i. a typhusban beteg ember és a typhus-bacillussal fertőzött állat vérének ez az egyező magatartása (agglutináló tulajdonsága) a typhus-bacillussal szemben, igen értékes bizonyítéka annak, hogy *úgy emberben, mint állatban valóban a typhus-bacillus hozza létre a typhus-betegséget*, és hogy ez a betegség, a szemmel látható betegség-tüneményeknek emberben és állatban nagy különbsége daczára, *emberben és állatban azonos biochemiai folyamatokkal jár, tehát azonos természetű betegség.*

További vizsgálódásainkat typhus-szal fertőzött állat vérét illetőleg későbbi közleményünkben adjuk elő.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898. márcz. 14.-én tartott üléséből.)

ADATOK A LÉPFENE ELLEN VALÓ IMMUNIZÁLÁS KÉRDÉSÉHEZ.

AUJESZKY ALADÁR-tól.

WASSERMANN és TAKAKI a «Berliner Klinische Wochenschrift» f. é. 1. számában azt az érdekes fölfedezésüket közölték, hogy a tetanus iránt felette fogékony állatokat ép gerinczvelő emulsiójának befecskendezése által a tetanus-méreg halálos adagai ellen mentesíteni lehet. A berlini KOCH-féle «Institut für Infektionskrankheiten» laboratoriumában végzett kísérleteik eredményét a LEYDEN és BEHRING tanárok laboratoriumaiban megismételt vizsgálatok is megerősítették. S ha ez így van a tetanusnál, valószínűnek látszott az is, hogy hasonló módon, bizonyos ép szervrészeknek a bőr alá juttatása által más fertőző betegségeknél szintén lehet mentességet előidézni, ha olyan ép szervrészeket használunk e célra, a melyekben az illető fertőző betegség leginkább szokta megfészkelni magát, mint pl. a tetanusról tudjuk, hogy különösen az idegrendszeret támadja meg. Ennek kiderítése céljából — *nyomban* WASSERMANN és TAKAKI említett közlésének megjelenése *után* s ugyancsak a tetanusra vonatkozólag később mások által is közzétett hasonló eredmények nyilvánosságra jövele *előtt* — az egyetemi általános kór- és gyógytani intézetben vizsgálatokat végeztünk egyéb fertőző betegségekre, első sorban a *lépfenére* vonatkozólag.

Az a tapasztalat, hogy lépfenében elhullott állatoknál a lépet rendszeren nagy fokban elváltozotttnak találjuk (vérbőség, szakadékonyság, megnagyobbodás) és hogy az anthrax-bacillusok a lépben rendkívül felhalmozódnak: arra hívta fel a figyelmet, hogy vajjon nem lehetne-e egészséges állat (nyúl) lépemulsiójának befecskendezése által a lépfene iránt fogékony állatokat anthrax ellen épen

úgy immunizálni, mint a hogy az WASSERMANNnak és TAKAKINak a gerincszelvény alkalmazása által tetanus ellen sikerült?

Vizsgálataimat röviden a következőkben foglalom össze. A kísérletek, melyeket főleg házinyulakon és részben egereken végeztünk, 3 csoportba foglalhatók. Az első csoportba (A) tartoznak ama vizsgálatok, melyeknél a kísérleti állatok praeventiv kezelésben részesültek. A második kísérleti sorozat (B) a post infectionem kezelt állatokra vonatkozik. Végre a harmadik csoportba (C) azon esetek tartoznak, a melyeknél a kísérleti állatok a fertőző- és védőanyag keverékével egyszerre ojtattak be.

A) *Egészséges nyúl lépemulsiojával ante infectionem kezelt nyulak és egerek.*

Védőojszanyagul úgy ezen, mint a többi kísérleti sorozatokban is a növed vitalnak CLAUDE BERNARD-tüvel megsértése által megölt, egészséges nyúlak lépének, a tisztaság szabályainak szigorú betartása mellett készült, emulsioját használtam. A felhasznált nyulak lépének súlya nem lévén egyenlő (40—90 centigramm), az emulsio készítéséhez a lép nagysága szerint 15—25 kcm. physiologiai konyhasóoldatot használtam, úgy hogy a lépemulsio körülbelül 3%-os volt. A kísérleti nyulak ezen emulsióból 3—6 napon át délelőtt és délután 3—3 kcm.-nyit kaptak bőrük alá. Az injectiókat igen jól tűrték, láz vagy bőrreactio nem mutatkozott. Ilyen praeventiv kezelés után történt a 4—7. napon a fertőzés. Fertőzőanyagul a lépfene egy napos agartenyészetét használtam, melyből egy kacsnyit 10 kcm. destillált vízben egyenletesen szétkevertem; e folyadékból $\frac{1}{10}$ kcm.-t egészséges nyulak, a kontroll állatok bőre alá fecskendezve, ezek 45—70 óra múlva lépfenében elpusztultak. A fertőzés után az állatok még 3—4 napon át kaptak befecskendéseket. 12 házi nyúl közül ante infectionem 4 három napig, 2 négy napig és 6 hat napig részesült kezelésben; kontrollképen kezelés nélkül hagyatott és csupán inficiáltatott 5. Ezen utóbbiak közül egy 45, egy 50, egy 54, egy 55 és egy 70 órával a fertőzés után hullott el lépfenében, valamennyinek a vérében igen sok lépfenebacillus volt. A praeventiv kezelésben részesült 12 nyúl közül ellenben csak 3 kapta meg a lépfenét, a többi életben ma-

radt (75%). Az infectiot ki nem állott nyulak közül 2 volt olyan, a mely 6 napig részesült praeventiv kezelésben és *egy* olyan, mely csak 3 napig kapott előzetes védőoltást. Hogy azonban a lépemulsio befecskendése ezeknek ellentállási képességét is jelentékenyen fokozta, ámbár teljes mentességet nem nyújtott, az kitűnik abból, hogy a praeventiv kezelésben 6 napig részesült 2 házi nyúl a kontrollállatot 5, illetve 7 nappal, az ante infectionem 3 napig kezelt pedig 8 nappal élte túl. Megjegyzendő, hogy a fertőzést kiállott nyulak közül 2 a fertőzés utáni 11., 2 a 17. és 2 az 52. napon újra fertőztetett lépfenével és ezen fertőzést is kiállották.

Fehér egereket hasonlóképen megkísérlettem említett módon a lépene ellen immunizálni. Az egerek azonban a fertőzést — ámbár a fertőzőanyagból sokkal kevesebbet kaptak bőrük alá — nem állották ki. Kétségtelen azonban, hogy a lépemulsio ez esetben sem volt teljesen hatástalan, a mennyiben a *kontrollállatokat a kezelték jóval túléltek*. Az ante infectionem kezelt 7 egér közül 5 nyüllépemulsiot, 2 pedig egérlépemulsiot kapott, naponta 2-szer 0·2—0·4 kcm.-t, s e befecskendezéseket a fertőzés után is még 2—3 napig folytattuk. A nyüllépemulsioval kezelt 5 egér közül 4-nél a fertőzés előtt 5, 1-nél a fertőzés előtt 4 nappal kezdtem meg a védőoltást. Ezen utóbbi az egyik kontrollegérrel egy időben, 29 óra múlva hullott el lépfenében, a többi pedig 50, 55 órával, 4 $\frac{1}{2}$ nappal és egy 5 $\frac{1}{2}$ nappal élte túl azon kontrollegereket, melyek 38—50 óra múlva pusztultak el. Az egérlépemulsioval praeventive 5 napig kezelt két egér csak 38, illetve 60 órával élte túl a kontrollegeret. (Az egérlépemulsio, melyet használtam, körülbelül 1 $\frac{1}{2}$ %-os volt.)

B) *Egészséges nyúl lépemulsiojával post infectionem kezelt házi nyulak.*

Miután a lépfenefertőzés előtt lépemulsioval védőoltást kapott nyulak legnagyobb része kiállotta a fertőzést, hátra maradt annak az eldöntése, hogy a fertőzés után nyomban megkezdett óvóbefecskendések képesek-e az állatokat megmenteni? 4 házi nyulat használtam e célra. A nyulak a fertőzés után nyomban 3—3 kcm. lépemul-

siot kaptak bőrük alá s a befecskendéseket 12 óránként ismételtük. Az így kezelt 4 nyúl közül 3 a fertőzés után 70 órával pusztult el lépfenében, s a két kontrollállatot csak 17, illetve 24 órával élte túl. A negyedik nyúl a fertőzés után 5 napig kapott befecskendéseket; e nyúl életben maradt s 17 nap múlva újra fertőztetvén, e második fertőzést is kiállotta. A post infectionem ugyanúgy kezelt nyulak tehát — ámbár a kontrollállatokat túléltek — a lépfene ellen nem igen voltak mentesíthetők. Nincsen azonban kizárva — és erre vonatkozólag még további kísérletek szükségesek —, hogy a lépemulsio nagyobb mennyiségének alkalmazása mellett post infectionem is sikerül az immunizálás.

C) A fertőzőanyag és lépemulsio keverékével beoltott nyulak és egerek.

Vizsgálatokat eszközöltem végül annak kiderítésére is, hogy mennyiben akadályozza meg a lépemulsio a lépfene kifejlődését akkor, ha a fertőzőanyaggal összekeverve, egyszerre jut a szervezetbe? E célból 10 cm. 3%-os nyúllépemulsiot ugyanannyi — a már fentebb említett módon előállított — lépfenés vízzel kevertem össze. A kontrollnyulak csupán a fertőzőanyagból kaptak bőrük alá $\frac{1}{10}$ cm.-t, míg a többi a keverékből kapott $\frac{2}{10}$ cm.-t, vagyis $\frac{1}{10}$ cm. fertőzőanyagot és ugyanannyi lépemulsiot. 8 nyúl közül 4-be a keveréket rögtön elkészülte után fecskendeztem be, 2-be két, 1-be négy és 1-be hat óra múlva. Az első 4 nyúllal egy időben inficiált 2 kontrollnyúl 48—50 óra múlva pusztult el lépfenében. A keverékkel fertőzöttekre vonatkozólag a következő volt az eredmény: a friss keverékkel beoltott 4 nyúl közül 3 kapta meg a lépfenét, de későbbben, mint a kontrollállatok: az egyik egy, a második két, s a harmadik 8 nappal élte túl a kontrollállatokat; a negyedik a fertőzés után 10 nappal hullott el, hogy mely okból, azt a boncolás nem derítette ki, de hogy a halál oka nem lépfene volt, az abból következtethető, hogy az állat vérében s lépvakarékában — dacára annak, hogy a vizsgálat a halál után $\frac{1}{2}$ órával történt — lépfenebacillus nem volt található és annak kitenyészése sem sikerült. Azon két nyúl közül, a melyek 2 óráig állott keverékkel fertőztettek, az egyik 80 óra múlva esett áldozatul a

lépfenének, a másik életben maradt. A 4, illetve 6 óráig állott keverékkel inficiált nyulak szintén nem kapták meg a lépfenét.

Fehér egerek, melyek a friss keverékből $\frac{1}{10}$ cm.-t kaptak bőrük alá, a kontrollegereket csak 12—25 órával élték túl.

★

Mindezek alapján vizsgálataim eredményeit a következőkben foglalhatom össze:

1. Egészséges nyúl lépfének physiologiai konyhasóoldattal készült 3%-os emulsiojával 3—6 napig előzetesen kezelt házi nyulak legnagyobb része (75%) kiállta a halálos erejű lépfene-fertőzést; a többi pedig jóval később pusztult el, mint a kontroll-állatok.

2. A halálos erejű fertőzés után nyomban megkezdett lép-emulsio befecskendések csak egyes esetekben mentesítenek, de az így kezelt nyulak közül azok, melyek lépfenében megbetegszenek, szintén csak valamivel hosszabb idő múlva mennek tönkre.

3. A fertőzőanyag fertőzőképességét a hozzá in vitro kevert lépemulsio csökkenteni képes; a friss keverékkel beoltott házi nyulak ugyan megkapják a lépfenét, de csak később, mint a kontrollállatok; ellenben a lépemulsio és a fertőző anyag hosszabb ideig, 4—6 óráig állott keverékével beoltott nyulak nem kapták meg a lépfenét.

4. A lépemulsioval védő kezelésben részesült és a fertőzést kiállott házi nyulak a lépfene ellen való mentességüket heteken át is megtartják.

5. Egerek hasonló módon friss lépemulsioval nem mentesíthetők a lépfene ellen, ámbár a kezelték később pusztulnak el, mint a kontrollegerek.

A MELLŐ CSARNOK ZUGÁNAK ÁLLAPOTA GLAUCOMÁS SZEMEKBEN.

PÓLYA JENŐ-től.

Dolgozatom glaucomás szemek csarnokzugjainak anatómiai képét adja. Hogy feladatomnak megfelelhessenek, első sorban a csarnokzug normalis anatómiáját kellett tárgyalnom. E célból egyrészt kritikailag méltattam az e tárgyú egész irodalmat, különösen pedig: FONTANA, SCHLEMM, HUECK, IWANOFF, ROLLETT, GERLACH, SCHWALBE, WALDEYER és ROCHON-DUVIGNEAUD műveit, kiknek e tájék viszonyainak megállapításában kiváló szerep jutott, másrészt saját vizsgálataim alapján a csarnokzug pontos képét kívántam rajzolni. A csarnokzug falainak, ürének viszonyaira nézve általában ROCHON-DUVIGNEAUD leírásához csatlakozom, annak ürét én is teljesen szabadnak találtam, csak egy 2 $\frac{1}{2}$ éves gyermeknél mutathattam ki szalagkészüléket, s ugyanennél a valódi HUECK-féle ligamentum pectinatum jelenlétét is constatáltam. A csarnokzug falai közül csak a mellső mutat állandó jelleget, melyet a ROCHON-DUVIGNEAUD-féle «reticulum sclérocornéen» képez: egy sajátos hézagszerű hézagszerű rendszer, mely a SCHLEMM-féle csatornával szoros viszonyban áll. E csatornáról, eltérően SCHWALBE és ROCHON-DUVIGNEAUD-tól s közeledve a LEBER-KÖNIGSTEIN-HEISRATH-féle felfogáshoz, állíthatom, hogy a csatorna a peripheriának csak egyes részletein fut a SCHWALBE-féle scleralis barázdában; a közbeeső helyeken számos ágra oszolván a sclerocornealis recézet állományába mélyed s ennek hézagszerű rendszerével egyenes közlekedésben áll. A csarnokzug peripheriás falának, melyet a musculus ciliaris csarnoki színe, helyesebben a sclerocornealis recézetből a ciliaris izom csarnoki színén a corpus ciliare kötőszövetébe vonuló

néhány rost képez; valamint a hátsó falnak, melyet az iris és a corpus ciliare kötőszöveti része alkot, a viszonyai igen változók; e változatokat az e tárggyal foglalkozó írók különféle magyarázataival szemben azon állandó viszonyból magyarázom, mely a musculus ciliaris, különösen ezen izom MÜLLER-féle portiojának fejlettsége s a csarnokzug falainak alkata között létezik. Mivel pedig a MÜLLER-féle portio különböző fejlettségi változatait IWANOFF óta általánosan a szem különböző fénytörési állapotával hozzák összefüggésbe, azt tartom, hogy a csarnokzugnak a sugárizom alkata szerint változó configuratioja a szem fénytörésén múlik s így annak különféle típusait emmetropiás, hypermetropiás és myopiás alaknak nevezem. A főtypust az emmetropiás szemek adják (kis fokú ametropia anatomiailag nem különíthető el); ezekben a csarnokzug peripheriás fala széles, ívboltszerű, a zug hátsó falát a corpus ciliare kötőszöve és az iris együtt képezik és pedig változó kiterjedésben, a szerint, a mint a hypermetropiás vagy myopiás ametropiához közeledik. A hypermetropiás sugárizmú szemekben a zug hátsó falát csak a corpus ciliare hatalmasan fejlett kötőszöve alkotja, mely egészen a SCHWALBE-féle hátsó határgyűrűig terjed s a sugárizmot a zug képzéséből kizárja; az iris eredését pedig a tulságosan fejlett MÜLLER-féle portio letolván, közelebb esik a szem tengelyéhez, mint a DESCOMET-hártya végződése s így a zug igen hegyes, ürtere szűk.

A myopiás csarnokzug alakját az határozza meg, hogy a MÜLLER-féle rész majdnem teljesen hiányzik, ez által az iris igen peripheriásan ered, jóval távolabb a szem tengelyétől, mint a hátsó határgyűrű, mely a sclerocornealis recze peripheriás végpontja; a corpus ciliare kötőszöve teljesen kimarad vagy csak igen kevésbé vesz részt a zug képzésében; peripheriás falát a sugárizom meridionalis rostjai alkotják, meredeken esvén le a hátsó határgyűrűhöz, a sclerocornealis recze és iris közötti távolság igen nagy: *a zug kissé lekerekített.*

A csarnokzugnak glaucomás szemeken való elzáródására KNIES és WEBER hívták fel a tudományos világ figyelmét; e tényrt ugyan mások is felismerték már előttük, de jelentőségét nem méltányolták, mivel a csarnokzug szerepét, mint a szemüri folyadékok legfőbb kivezető útját nem ismerték; csak LEBER-nek a szem-

folyadék keringéséről végzett vizsgálatai adtak biztos alapot a szóbanforgó elváltozás megérthetésére.

A glaucomás csarnokzug állapotával foglalkozó dolgozatokból 356 szövétileg is jól áttanulmányozott glaucoma-esetet gyűjtöttem össze, melyek közül a csarnokzug 80·3%-ban teljesen, 6·2%-ban részlegesen el volt zárva, 1·3%-ban előbb el volt zárva, de utóbb elvált, 5·2%-ban szűkült volt, 7%-ban teljesen szabad. E szabad csarnokzugok glaucoma simplex eseteiben, myopiás glaucomás szemekben, s sérülések után hirtelen keletkező másodlagos glaucomákban, végül buphthalmusokban fordultak elő.

Magam 24 esetet vizsgáltam meg, ezek közül 23-ban volt tensioemelkedés (9 primär, 14 secundär glaucoma), a 24.-ben (első stadiumú szemürbeli daganat) pedig ennek bekövetkezése várható volt, s anatomikusan is a csarnokzug elzáródásának kezdetei ki voltak mutathatók. A glaucomás esetek közül 20-ban volt a csarnokzug tipusosan elzárva, 3-ban az ürtér szabad volt ugyan, de a glaucomát előidéző mechanikai obstructio a zug mellső falainak elváltozásai folytán mégis fennállott, a mennyiben 2 esetben pigment embolia, egyben pedig a sclerocornealis reczének gyulladás által létrejött homogen hegszövetté való alakulása volt az ok. Ezen utóbbi elváltozásokat eddig nem méltányolták.

A tipusosan elzáródott csarnokzug configuratiojára nézve frisebb esetekben ugyanazon változatokat találtam, mint a normalisokban s e változatok mérlegeléséből következtetést vonok azon mechanizmusnak különféleségére, melylyel a zug egyes alakjaiban az elzáródás létrejön, valamint azon ellentállás különféleségére, melyet a csarnokzug egyes formái az elzáródással szemben kifejtének.

Legkönnyebben fog elzáródni a hypermetropiás zug, melyben a csarnokzug falainak elegendő egyszerűen összefeküdniök, hogy az elzáródás létrejöjjön; nehezebben fog ez az emmetropiás zugon történni, hol a zug hátsó falának a peripheriás fal irányában előbb meg kell görbülnie, hogy a teljes elzáródás létrejöhessen.

Myopiás zugon elzáródást nem észlelhettem, és tekintve a zug alakját, a nagy távolságot, mely itt az iris és a sclerocornealis recze között van, tekintve azt, hogy a sclerocornealis reczével szemben az örökké mozgó iris fekszik (míg előbbieken a mozdulatlan

corpus ciliare), azon véleményben vagyok, hogy itt az elzáródás igen nehezen vagy egyáltalán nem jön létre s tényleg az irodalomban található myopiás glaucomás szemekben a zug szabad volt, mit az élőben talált mély csarnokból előre lehetett tudni.

A zugnak ezek szerint már az alkatában rejlik a praedispositio arra, hogy könnyebben vagy nehezebben záródjék el s ez teljesen megfelel azon klinikai tapasztalatnak, hogy a hypermetropiás szemeken fordul elő leggyakrabban glaucoma.

A zug elzáródásának típusos alakja régibb esetekben az összeforrt szövetek és a ciliaris izom heges zsugora következtében eltűnik. Ezen zsugorodás a KNIES által indurativ gyulladásnak nevezett folyamat eredménye; e gyulladásnak különféle stadiumait: a legfrisebb infiltratiótól kezdve a legnagyobb fokú zsugorodásig, az eredeti szövetek teljes sorvadásáig könnyű szerrel ki lehet mutatni. Hogy azonban e gyulladás elsődleges vagy másodlagos, oka vagy következménye-e a zug elzáródásának, arra olyan általánosságban nem lehet felelni, a mint azt némely glaucoma-theoria felállítója teszi (mindkét eshetőségre tudok példát felmutatni), mivel az a glaucoma egyes fajai szerint változik.

A primär glaucomára nézve tisztán anatómiai alapon a KNIES-féle primär indurativ gyulladás tartom a baj okául s e theoriát úgy formuláznám, hogy az indurativ gyulladás rendszerint a zug elzáródását vonja maga után, ha pedig ezt a zug alkata megakadályozza, akkor a gyulladás a sclerocornealis recze obliteratioja útján vezet glaucomára.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 június 20.-án tartott üléséből.)

ADATOK AZ ÖREGKORI SZÜRKE HÁLYOG KELETKEZÉSÉHEZ.

SCHWITZER HUGÓ-tól.

A szürke hályog keletkezési módjának elbirálásakor tekintetbe kell venni, hogy két nagy csoport állítható fel:

1. Az elsődleges hályogok eseteiben sem helyileg a szemben, sem a szervezetben nem találunk olyan elváltozást, a mely azok keletkezésére támpontot nyújtana;

2. A másodlagos hályogok valamely általános vagy helybeli betegség következményei.

Kutatásom tárgyául az elsődleges és pedig az öregkori szürke hályogot választottam és arra az eredményre jutottam, hogy a cataracta senilis nem a lencsének egyszerű öregkori elváltozása, hanem egy olyan kóros állapot, melynek indító okát magában a szemben kell keresni.

Arra, hogy mi a szürke hályog keletkezését megindító kóros ok, a szerzők több theoriát állítottak fel, de ezek egyike sem teljesen kielégítő.

BECKER OTTÓ theoriája, mely a keletkezést a lencse mag képződésével hozza összefüggésbe, épen olyan kevésbé magyarázza meg a lényegét, mint a SCHÖN-é, ki a hályog okát az alkalmazkodásban keresi vagy a MICHELÉ, ki az érfalzat megbetegedését helyezi előtérbe és belőle a táplálás megromlásának útján keletkezteti a hályogot. A hályog keletkezési módjának felderítésére fontos adatokat tartalmaz GRÓSZ FRIGYES-nek 1857-ben megjelent könyve, melyben a napsugaraknak jelentékeny szerepet tulajdonít. E felfogását statistikai adatokkal támogatja. Azt a mit GRÓSZ FRIGYES 50 év előtt saját tapasztalatai és megfigyelései alapján állított, azt újabb kísérletek igazolják. WIDMARK és OGNEFF exact kísérletekkel bebizonyították, hogy a napsugaraknak és pedig azok hyperibolyás részének a lencsére olyan hatásuk van, hogy hosszabb idő alatt

hályogot képesek előidézni. E tényekben látom annak a kulcsát, hogy a hályog miért fejlődik nyáron gyorsabban s hogy miért túlnyomóan földmiveseken. A mi a budapesti kir. magy. tudományegyetem szemklinikáján 1875—1896-ig felvett és operált 3764 szürke hályogos statistikájának eredményét illeti:

1. A korra nézve azt találtam, hogy a szürke hályog nálunk leggyakoribb a 61—65 életév közt (18·1%), gyakori még a 66—70 (17%), az 56—60 (16·9%) és az 51—55 (12%) életévekben.

2. A férfiakat gyakrabban támadja meg mint a nőket (2 : 1·3 arányban).

3. Foglalkozás tekintetében legtöbben földmivesek (38·4%), azután napszámosok (19·8%), iparosok és gyári munkások (15·8%),

4. Az esetek tulnyomó számában (91%) a hályog mindkét oldali volt, csak a jobb szemén 4·3%, csak a balon 4·7%-ban fordult elő. A jobb szemén kezdődött az esetek 49·7%-ban a balon 39·9%-ban, mindkét szemén egyszerre 10·2%-ban.

5. A kiindul s helyét illetőleg az æquatoron kezdődő hályogon nagyrészből az belül alul fekszik: 26·9%; kívül csak 7·6%-ban.

6. A mi az érés idejét illeti, az esetek 26·4%-ában egy év alatt a lencse teljesen átlátszatlaná vált, 14%-ban 1¹/₂ év, 12·8%-ban két év, 8%-ban 3 év volt erre szükséges.

Az egyik szemén keletkező hályogot a másik szemén 24·7%-ban egy év múlva, 16·4%-ban két év múlva stb. követte a baj.

7. Magyarországon különösen a lapályosabb vidékeken lakó magyar faj az, a mely a hályogosok legnagyobb részét szolgáltatja.

Mindezen adatokból, különösen pedig abból, hogy a szürke hályog főleg földmiveseknél fordul elő, hogy az leginkább a jobb szemén belül-alul szokott kezdődni, hogy a sík területeken lakóknál a leggyakoribb: azon következtetésre jutok, hogy a nap-sugaraknak és pedig, mint WIDMARK kísérletei mutatják, a hyperibolyás sugaraknak a cataracta keletkezésében lényeges szerepük van.

SEPIA A MAGYARORSZÁGI HARMADKORÚ KÉP- ZŐDMÉNYEKBEN.

(SEPIA HUNGARICA nov. sp.)

LÖRENTHEY INRÉ-től.

(III. tábla.)

A *Sepia* kövült állapotban csakis a harmadkorú képződményekből ismeretes, mióta a júra-kori alakok *Trachyteuthis* és *Cocconeuteuthis* néven elkülönítették a *Sepia*-tól. Az újabb irodalomban a harmadkorú *Sepia*-k száma is megfogyott, miután a d'ORBIGNY-tól leírt alakokat DESHAYES «Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris» című művében szintén elkülöníti a *Sepia*-nemtől és részben a *Belosepia Voltz.*, részben pedig a tőle fölállított *Beloptera*-nembe osztja be.

Így az ó-harmadkorból csakis a *Sepia vera* maradt meg, melyet DESHAYES idézett művében, a párisi medencze durvameszből *Mouchy*-ből irt le.* Ez az alak is igen töredékes, a mennyiben csakis a tüske és a tüskehüvely ismeretes belőle és így az eddig ismert kövült alak egyikével sem hasonlítható össze. A legközelebbi kor a miocen, a melyből kövült *Sepia*-kat ismerünk. Az elsőt SCHLOENBACH 1868-ban ismertette meg a badeni tályagból *Sepia vindobonensis Schloenb.* néven.**

Ezzel egyidejűleg jelent meg 1868-ban GASTALDI munkája

* P. 613. Pl. 106. Fig. 11. és 12.

** Dr. U. SCHLOENBACH. Kleine paläontologische Mittheilungen. — VIII. Über *Sepia vindobonensis* Schloenb. sp. nov., aus dem neogenen Tegel von Baden bei Wien. [Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. Bd. XVIII. Heft 3. P. 290. Taf. VII. 1868.]

«Foss. del Piem. e della Toscana», melyben ő az olaszországi fiatalabb harmadkorból két fajt ír le és ábrázol, a *S. Michelottii* és *S. Craverii* Gast.-t. Később 1872-ben BELLARDI ugyancsak az olaszországi fiatalabb harmadkorból nyolcz fajt irt le: *S. Gastaldii*, *S. verrucosa*, *S. rugulosa*, *S. granosa*, *S. stricta* *S. sepulta* Michtti, *S. complanata* és *S. Isseli* néven és a GASTALDI fajait is ábrázolja «I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Parte I.» czimű, Turinban megjelent művében.

Eddig tudtommal több kövült faj nincs leírva, a mi a melegebb övi tengerekben a partok közelében ma élő 30 fajhoz viszonyítva kevés.

A közép-eocen- és miocen-kor üledékei közé eső rétegekből eddig *Sepia*-t nem ismertünk; az elsőt ezen értekezésemmel vezetem be az irodalomba a legfelső-eocenből, a barton-emelet legfelső részét képező bryozoa-márgából. Ez a faj egyszersmind az első *Sepia* Magyarország területéről.

Azon gazdag anyagban, melyet boldogult HANTKEN MIKSA tanár fáradhatatlan szorgalma halmozott össze a budapesti tud. egyetem palaeontologiai gyűjteményében, Piskéről (Esztergom m.) is van gazdag gyűjtemény. Ebben az anyagban az átnézés, rendezés és az anyag egy részének kiperparálása alkalmából hat darab *Sepia*-t találtam. Ezeket most az intézet igazgatójának, Dr. KOCH ANTAL egyetemi tanár úrnak szíves engedelméből van szerencsém megismertetni.

Sajnos, hogy a piskői *Sepia*-k, miként az innen származó kövületek legnagyobb része, kőmagok alakjában maradtak meg; azonban annyira jó megtartásúak, hogy az eddig leírt alakokkal összehasonlíthatók és így a faji önállóság megállapítható. Csak az egyik példányomon van meg a héjnak kis része.

Az ó-harmadkorból alakom az egyedüli, a melynél a pajs megvan, mert DESHAYES alakjából, a *S. vera*-ból egyedül a hátsó tüske és tüskehüvely (Dornhülle) maradt meg. DESHAYES ezen töredék alapján írta le faját és éppen ezért a többi faj nem is hasonlítható össze a *vera*-val.

Hogy a szóban lévő piskői kövületek minden kétséget kizárólag a *Sepia*-nemhez tartoznak, kitűnik akkor, ha a BELLARDI-nál lerajzolt fiatalabb harmadkorú alakok közül azokkal hasonlítjuk

össze, a melyeknél a kőből látható. Így pl. a II. tábla 3. ábrájában közölt *S. Craverii Gast.*-vel és a II. tábla 4. ábrájában megismertetett *stricta Bell*-val. Különben alakjaímnál mindazon jellemző rész látható, a mi a ma élő *Sepia*-vázán megvan. Megvan a pajzs a jellegzetes növekedési vonalakkal, melyek mellfelé mindig domború ívet alkotnak. Növekedési vonalai annyira erősek, hogy e tekintetben a *S. stricta Bell*-val egyezik meg a legjobban, már kevésbbé a *S. Craverii Gast.*-val, mivel ennek a növekedési vonalai már gyengébbek. A pajzs felülete, bár valamennyi példányom a háti oldalra vall, nincs dudorokkal diszitve, nem «chagrinirt», hanem az említett erős növekedési vonalakon kívül finom és egymástól távol álló hosszbarázdákkal van diszitve. Különösen ott láthatók ezek a hosszbarázdák, a hol a növekedési vonalakat keresztezik.

Alakomat minden eddigi fajtól elkülöníti az, hogy a gyengén domború, dudormentes felületen nincs semmi nyoma a tüskétől kiindulólag mellfelé húzódó és két oldalt gyenge barázdával határolt, mellfelé folyton szélesbülő és laposodó bordának, sem az ettől jobbra és balra előforduló másik két bordának, hanem e helyett a már említett finom, de elég mély hosszbarázdák diszítik az erős növekedési vonalakkal fedett felületet.

A 2.—5. ábrán, valamint a le nem rajzolt példányon a pajzs hátsó, szarúnemű anyagból álló szárnyyszerű kiszélesbülésének megfelelő rész is szépen látható. A 2., 2a. és 5. ábrán feltüntetett két példányon a pajzs hátsó vége akként van letörve, hogy ez a tüske jelenlétére vall. A 2a. ábrán igen szépen látni a szarúnemű anyagból álló szárnyyszerű kiszélesbülés teljes körvonalát.

Sajnos, hogy a 2. és 2a. ábrában feltüntetett példány oldalról erősen össze van nyomva és ott, a hol némi kidudorodás jelezne a tüske helyét, le van törve. Hogy azonban éppen ezen a hátsó végén törött le egy darab, ez mindenesetre arra vall, hogy itt valami nyúlvány, valami kihegyesedő rész segélyével bele volt erősítve a körülvevő márgába.

Az 1. ábrában lerajzolt példány kivételével mindegyiknél szépen látható az a vonal is, mely a mész-pajzs és a szarúnemű szárnyyszerű kiszélesbülés határát jelzi. Különben a szárnyyszerű kiszélesbülés az által is szembeötlővé lesz, hogy ezen a növekedési

vonalak sokkal finomabbak és sűrűbben állók, mint a pajzson magán.

Ezek a közepes nagyságú példányaim képezik az eddig ismert *Sepia*-k legrégibb képviselőjét, a *S. vera*-tól eltekintve, melynél a jellegek nem láthatók. Nem valószínű azonban, hogy a *S. vera* alakommal, a *Sepia hungarica*-val azonosítható lenne.

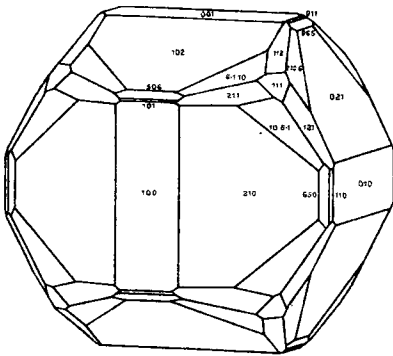
A *Sepia*-k függélyes elterjedésében mutatkozó nagy hézag, mely a párisi medencze közép eocen-korú és a bécsi medencze és olaszországi miocen-korú *Sepia*-k között volt, most valamivel kisebb lett, a mennyiben a felső-eocenből a barton-emelet felső részéből eredő *S. hungarica nov. sp.* ezt a hézagot némileg kitölti. Így most már csak az oligocen-kor üledékeiben kell *Sepia*-t találnunk, hogy a függélyes elterjedésben mutatkozó hézag ki legyen töltve.

Ezen érdekes *Sepia*-faj Pizskétől keletre, egészen a Dunáig lenyúló hegy északi lábából ered, melyet a Duna mentén haladó esztergomi vasútvonal építése alkalmával lemetstettek és így a bryozoa-tályagot nagy területen föltárták. Ugyanerről a termőhelyről ismertettem tavaly a *Harpactocarcinus punctulatus Desm.* és a *Xanthopsis Bittneri Lörent.-t.** Ugyanitt röviden felsoroltam a gazdag faunának azon alakjait, a melyek eddig meg vannak határozva. Itt a *Sepia hungarica Lörent. Sepia sp. ind.* néven van felsorolva.

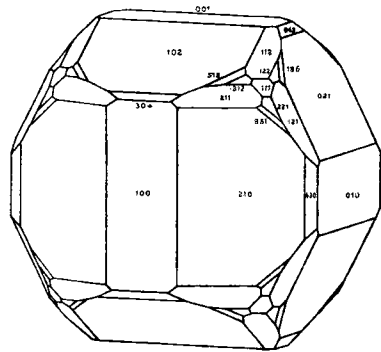
Kedves kötelességet teljesítek akkor, midőn KOCH ANTAL budapesti és ZITTEL K. A. müncheni egyetemi tanár uraknak, kik ez értekezésem elkészítését lehetővé tették, e helyen is hálás köszönetemet nyilvánítom.

* DR. LÖRENTHEY IMRE. Paläontologische tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. [M. T. Akad. Mathem.-term.-tud. Közlemények. XXVII. köt. 2. füzet.] — EM. LÖRENTHEY. Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs. [Természetrizsi Füzetek. Vol. XXI. 1898. Pag. 10.]

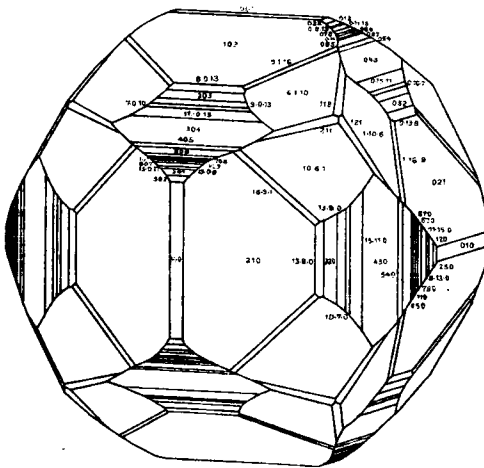
1.



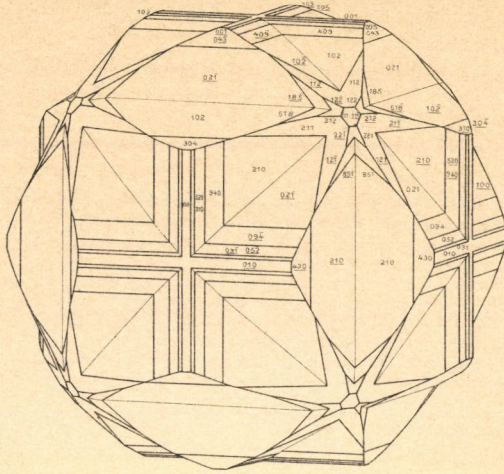
2.



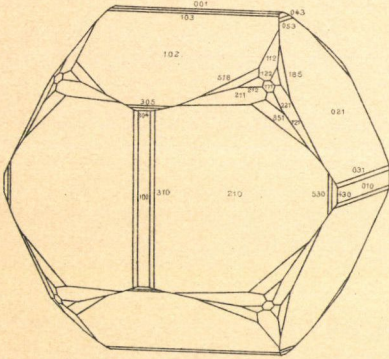
5.



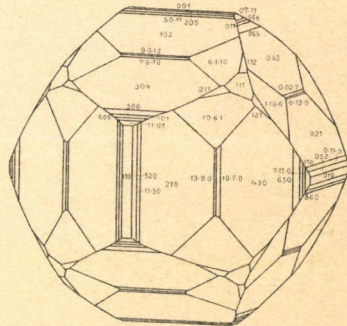
3.

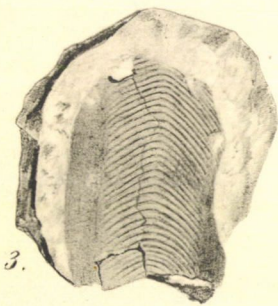


1.



2.





PÓTLÁSOK A VEKTOR-TANHOZ ÉS AZ ELEKTRO-MÁGNESSEG TANÁHOZ.

FARKAS GYULA I. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

TÁRGYMUTATÓ.

I. 1. A vektoroknak arról a parameteres kifejezéséről, a melyben egy skaláris potenciál és egy vektor-potenciál a paraméterek. 2. A hely függvényének bizonyos tulajdonságai, mint egyértékűségének a föltételei. 3. A STOKES-féle integrál-tétel; bizonyos érvényességi föltételeinek analitikai megállapítása. 4. A vektoroknak arról a parameteres kifejezéséről, a melyben két skaláris potenciál és egy multiplicator a paraméterek: e paraméterek tetszőlegességi körének meghatározása. 5. Ugyanezen paraméterek egy functionalis korlátozottságának föltüntetése. 6. A hely függvényének, mint két más függvény függvényének bizonyos végtelenségi tulajdonságáról.

II. 1. A MAXWELL-HEAVISIDE-féle egyenletek vezérmennyiségeire (elektromos erő és mágneses erő) kirovandó függvénytani tulajdonságok. 2. Ez egyenletekben a mágneses erő függvénytani viszonya az elektromos erőhöz izotrop és nyugvó közegek esetében. 3. Ugyanaz általában kristályos és mozgó közegek esetében. 4. Ugyanaz a HALL-féle jelenség tekintetbe vételével. 5. A permanens mágnességtől származó mágneses erő meghatározásáról.

III. 1. Egy általános elv kimutatása, a mely a lokális elektromotoros erő és lokális inductio kifejezéseikhez vezetett. 2. Ez elvnek az eddiginél teljesebb fölhasználása. 3. Annak a kimutatása, hogy ez a teljesebb eljárás a MAXWELL-HEAVISIDE-féle egyenletek tapasztalásszerű kiegészítéséhez juttat. 4. Észrevétel a mozgó közegek elektro-mágnességi egyenleteinek föllállítására.

I. A vektor-tanhoz.

CLEBSCH kezdése óta nagy használatban vannak a vektorok számára a következő alakú kifejezések:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\partial O}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z} \\ Y &= \frac{\partial O}{\partial y} + \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x} \\ Z &= \frac{\partial O}{\partial z} + \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y} \end{aligned} \quad (1)$$

valamint:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\partial F}{\partial x} + H \frac{\partial G}{\partial x} \\ Y &= \frac{\partial F}{\partial y} + H \frac{\partial G}{\partial y} \\ Z &= \frac{\partial F}{\partial z} + H \frac{\partial G}{\partial z}, \end{aligned} \quad (2)$$

a melyek minden oly tér-részben lehetségesek, a melyben az (X, Y, Z) vektor a hely (x, y, z) deriválható folytonos függvénye.*

Oly speciálisabb vektorok szembeszökő összetételei e kifejezések, a melyek önállóan is sűrűn fordulnak elő a matematikai fizikában, ú. m.:

$$(2)_{H=0} \quad \text{vagy} \quad (1)_{L=0, M=0, N=0} \quad (3)$$

$$(1)_{O=0} \quad (4)$$

$$(2)_{F=0} \quad (5)$$

és úgy tekinthetők, mint bizonyos parciális differenciális egyenletek parameteres kifejezései. Ezek az egyenletek a következők:

* CLEBSCH, Crelle Journ. LVI. 1859. LXI. 1863.

STOKES, Trans. Cambridge 1849.

VOIGT, Komp. d. th. Phys. I. 188—193. 1.

$$\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} = 0 \quad \text{ad (3)}$$

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0 \quad \text{ad (4)}$$

$$X \left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \right) + Y \left(\frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x} \right) + Z \left(\frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} \right) = 0 \quad \text{ad (5)}$$

mint æquivalensek a (3), (4), (5) alatti functionalis állításokkal.

Egy különös esetben kiváló jelentőséggel bír tudni, hogy (1), (2), (3), (4), (5)-ben alkalmazhatók-e bizonyos tulajdonságú parameter-függvények (O, L, M, N, F, G, H) a vektor (X, Y, Z) megengedett általánosságának csorbitása nélkül. Mielőtt ezt a kijelentésemet részletesen meghatároznám, bevezetek egy elnevezést.

Ha egy függvény, mint a hely függvénye bír a következő tulajdonságokkal: véges, folytonos, egyértékű, deriválható az egész térben és első coordinata-deriváltjai is végesek, folytonosak, egyértékűek, deriválhatók az egész térben, továbbá a végtelenben maga a függvény legalább elsőrendűen, első coordinata-deriváltjai legalább másodrendűen eltűnnek (amaz legalább úgy, mint a távolság fordított értéke, emezek legalább úgy, mint a távolság fordított értékének négyzete), akkor a függvényt NEWTON-féle függvénynek nevezem. A GREEN-féle tétel szerint az ily függvény közönséges térfogati potenciál alakjával bír.

Fontos alkalmazások tekintetéből kiváló jelentőséggel bír tudni, hogy ha X, Y, Z NEWTON-féle függvények, lehetnek-e az O, L, M, N illetőleg F, G, H paraméterek is mindig szintén NEWTON-féle függvények. Abban a föltevésben ugyanis, hogy ezek a paraméterek ilyen függvények, könnyű szerrel vonhatók bizonyos fontos következtetések, a melyek különben nem tehetők.

1. Az (1), (3), (4) alakokat illetően a kérdés teljesen el van intézve. Ha a következő jelöléseket használjuk:

$$\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \equiv 4\pi u, \quad \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Z}{\partial x} \equiv 4\pi v, \quad \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z} \equiv 4\pi w, \quad (5)$$

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \equiv 4\pi k, \quad (6)$$

akkor

$$-4\pi \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial k}{\partial a} \right) \equiv \Delta X, \quad \text{stb.}$$

Következőleg, mivel X, Y, Z NEWTON-féle függvények, a GREEN-féle tétel szerint:

$$X = - \int \left(\frac{\partial k}{\partial a} + \frac{\partial w}{\partial b} - \frac{\partial v}{\partial c} \right) \frac{D\tau}{r}, \quad \text{stb.,}$$

a hol $D\tau$ az a, b, c helyen lévő térelemet jelent és r ennek az x, y, z helytől való távolsága. Így

$$X = - \frac{\partial}{\partial x} \int \frac{k}{r} D\tau + \frac{\partial}{\partial y} \int \frac{w}{r} D\tau - \frac{\partial}{\partial z} \int \frac{v}{r} D\tau \quad \text{stb.}$$

tehát megfelelnek:

$$O = - \int \frac{k}{r} D\tau, \quad L = \int \frac{u}{r} D\tau, \quad M = \int \frac{v}{r} D\tau, \quad N = \int \frac{w}{r} D\tau \quad (7)$$

még pedig folytonos, véges, egyértékű, deriválható k, u, v, w sűrűségi mennyiségekkel. A (3), illetőleg (4) alatti speciális esetben egyszerűen $u=0, v=0, w=0$, illetőleg $k=0$ szolgáltatja az eredményben a kérdés megoldását.

Tegyük ehhez most még a következő észrevételt.

Ha k, u, v, w csak véges távolokban nem tűnnek el mindenütt, úgy a (7) alatti kifejezések értelmében O, L, M, N a végtelenben legalább elsőrendűen eltűnnek, X, Y, Z legalább másodrendűen, utóbbiak első koordinata-deriváltjai legalább harmadrendűen. Feltéve pedig, hogy X, Y, Z másodrendűnél magasabb renddel tűnnek el a végtelenben, szükségképen

$$\int k D\tau = 0, \quad \int u D\tau = 0, \quad \int v D\tau = 0, \quad \int w D\tau = 0. \quad (8)$$

Ugyanis, ha a végtelenbe nyúló R vektor iránycosinusai α, β, γ , akkor a végtelenben

$$R^2 X = \alpha \int k D\tau - \beta \int w D\tau + \gamma \int v D\tau, \quad \text{stb.}$$

Abban a föltevésben, hogy X, Y, Z a végtelenben másodrendűnél

magasabb renddel tűnnek el, ezek a határ kifejezések minden α, β, γ iránycosinusok mellett eltűnnek, tehát megkövetelik a (8) alatti egyenleteket. Továbbá egyszersmind ugyanebben a föltevésben az O, L, M, N függvények, azaz

$$-\int \frac{k}{r} D\tau \equiv -4\pi \int \left(\frac{\partial X}{\partial a} + \frac{\partial Y}{\partial b} + \frac{\partial Z}{\partial c} \right) \frac{D\tau}{r},$$

$$\int \frac{u}{r} D\tau = 4\pi \int \left(\frac{\partial Z}{\partial b} - \frac{\partial Y}{\partial c} \right) \frac{D\tau}{r}, \quad \text{stb.}$$

parciális integrálás alkalmazásával ilyenén alakokra vezethetők:

$$O = 4\pi \int \left(X \frac{\partial}{\partial a} \frac{1}{r} + Y \frac{\partial}{\partial b} \frac{1}{r} + Z \frac{\partial}{\partial c} \frac{1}{r} \right) D\tau, \quad (9)$$

$$L = -4\pi \int \left(Z \frac{\partial}{\partial b} \frac{1}{r} - Y \frac{\partial}{\partial c} \frac{1}{r} \right) D\tau, \quad \text{stb.}$$

2. Legyen e helyütt megjegyezve, hogy ha úgy definiálunk függvényt, mikép a NEWTON-féle függvény definíciójában a függvény egyértékűsége helyett a második deriváltak végenségét követeljük, NEWTON-féle függvényt definiálunk: ha egy függvény, mint a hely függvénye a tér egy egyszeresen összefüggő részében véges, folytonos, deriválható, és első coordinata-deriváltjai végesek, folytonosak, egyértékűek, deriválhatók, második coordinata-deriváltjai végesek, már maga a függvény egyértékű is.

Ugyanis ha ϕ függvény bír azokkal a tulajdonságokkal valamely egyszeresen összefüggő tér-részben, akkor ez a vonalas integrál:

$$\int \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi}{\partial y} dy + \frac{\partial \phi}{\partial z} dz \right)$$

bármely kétszeresen összefüggő vonalon vezetve, olyanon, a mely egészen a tér-rész belsejében van, eltűnik. Kilátszik ez abból, hogy a ϕ függvény ama tulajdonságai megengedik, mikép az integrál STOKES tantétele szerint oly felületi integrállá alakíttassék, a mely a kétszeresen összefüggő vonaltól szegélyezett kétoldalú felületre

terjeszkedik ki, és ennek a felületi integrálnak minden eleme eltűnik.

MAXWELL az ő nagy munkájában, az első kötet elején (19. Ar.) minden föltétel említése nélkül bizonyítja, hogy a hely függvényei a tér egyszeresen összefüggő részeiben egyértékűek. Minthogy azonban az állítás érvényessége oly föltételekhez van kötve, a melyek MAXWELL fogalmazásában implicite sem tartalmazvák, természetesen a bizonyítás helyessége sem általános. Nevezetesen megkivánja, hogy a $\phi = \text{const.}$ felületek oly vonalban ne messék egymást, a mely a számba vett egyszeresen összefüggő tér-részen áthalad.

3. A ϕ függvényre, mint a hely függvényére előz szabott tulajdonságok (végesség, folytonosság, deriválhatóság, az első deriváltak végessége, folytonossága, egyértékűsége, deriválhatósága s a második deriváltak végessége) elégségesek a STOKES-féle theorema érvényes alkalmazásához. Igen világosan kitűnik ez a theoremanak következő azt hiszem új levezetéséből, a mely térfogati integrálnak felületivé alakításán alapszik.

Legyen egy kétoldalú felület egyenlete $\mathcal{Q} = 0$. Ennek egy egyszeresen összefüggő részét vegyük tekintetbe, a mely rész közelében az \mathcal{Q} a hely deriválható folytonos függvénye s deriváltjai véges folytonos, egyértékű deriválható függvények legyenek. Az \mathcal{Q} folytonos változtatásával a felületünkhöz sorakozó

$$\mathcal{Q} = \text{const.} = DS$$

felületek nem metszik a kiválasztott felület-részt, legalább a míg a DS értéke kisebb, mint valamely igen kis DS értéke, mert \mathcal{Q} deriváltjai a felületrész táján végesek. Ekként azok közt a hengerfelületek közt, a melyek megválasztott felületrészünket az $\mathcal{Q} = 0$ felületből kivágják, van olyan, a mely mindenütt merőlegesen metszi az $\mathcal{Q} = DS$ felületeket, legalább a míg DS értéke bizonyos kicsinél kisebb. Ilyen $\mathcal{Q} = DS$ felület, továbbá az $\mathcal{Q} = 0$ felület, meg a merőlegesen metsző hengerfelület közt foglalt térrészt jelentsen τ , vékony térréteget. A kiválasztott felületrészt σ_0 jelölje.

Ha (ξ, η, ζ) véges, folytonos, egyértékű, deriválható, mint a hely függvénye, és első deriváltjai végesek a τ térrészben, tehát a σ_0 felületrész táján, akkor

$$\int \left[\left(\frac{\partial \xi}{\partial b} - \frac{\partial \eta}{\partial c} \right) \frac{\partial Q}{\partial a} + \left(\frac{\partial \xi}{\partial c} - \frac{\partial \zeta}{\partial a} \right) \frac{\partial Q}{\partial b} + \left(\frac{\partial \eta}{\partial a} - \frac{\partial \zeta}{\partial b} \right) \frac{\partial Q}{\partial c} \right] D\tau$$

$$= \int \left[\xi \left(\frac{\partial Q}{\partial c} \beta - \frac{\partial Q}{\partial b} \gamma \right) + \eta \left(\frac{\partial Q}{\partial a} \gamma - \frac{\partial Q}{\partial c} \alpha \right) + \zeta \left(\frac{\partial Q}{\partial b} \alpha - \frac{\partial Q}{\partial a} \beta \right) \right] D\sigma$$

a hol a baloldali integrál a τ térre, a jobboldali ennek egész felületére σ terjesztendő ki; α, β, γ a $D\sigma$ felületelem befelé mutató normálisának iránycosinusai. Minthogy a τ térnek az $Q=0$ és $Q=DS$ felületén

$$\frac{\partial Q}{\partial a} : \frac{\partial Q}{\partial b} : \frac{\partial Q}{\partial c} = \alpha : \beta : \gamma,$$

így a felületi integrál arra a részre redukálódik, a mely a hengeres felületre szól, a vékony térréteg szegélyező felület-szalagjára. Ha most a, b, c helyen Dn a réteg vastagsága, s a mennyiben e hely a σ_0 szélén van, a σ_0 szegélyvonalának egy eleme azon a helyen $D\lambda$, elenyésző Dn -et tartva szem előtt, tehető

$$D\tau = D\sigma_0 Dn, \quad D\sigma = D\lambda Dn.$$

Számba véve azt is, hogy

$$(Dn)^2 = (DS)^2 : \left[\left(\frac{\partial Q}{\partial a} \right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial b} \right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial c} \right)^2 \right],$$

és $D\sigma_0$ egyik normálisának az iránycosinusait $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ betűkkel jelölve, integrál-egyenletünket ekkép jegyezhetjük:

$$\int \left[\left(\frac{\partial \xi}{\partial b} - \frac{\partial \eta}{\partial c} \right) \alpha_0 + \left(\frac{\partial \xi}{\partial c} - \frac{\partial \zeta}{\partial a} \right) \beta_0 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial a} - \frac{\partial \zeta}{\partial b} \right) \gamma_0 \right] D\sigma_0$$

$$= \int [\xi (\beta_0 \gamma_0 - \gamma_0 \beta_0) + \eta (\gamma_0 \alpha_0 - \alpha_0 \gamma_0) + \zeta (\alpha_0 \beta_0 - \beta_0 \alpha_0)] D\lambda$$

a hol az első integrál a σ_0 felületre, a második ennek λ szegélyvonalára terjed ki; $\beta_0 \gamma_0 - \gamma_0 \beta_0$ stb. a szegélyvonal egyik irányulásának az iránycosinusai, könnyen meghatározható, hogy melyiké, az $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ normális irányrendszerhez viszonyítva.

4. Valamelyes megismerést szerzendők a (2) és (5) alatti vektor-kifejezések paramtereit F, G, H illetőleg, vizsgáljuk e függvények tetszőlegességi viszonyait.

Adott X, Y, Z függvényhez tartozó F, G, H függvény egyike legyen F_0, G_0, H_0 a (2) alatti egyenletekben. A többi f, g, h -val való additívus kiegészítés szolgáltatása:

$$F = F_0 + f, \quad G = G_0 + g, \quad H = H_0 + h.$$

Beírván ezeket (2)-be X, Y, Z számára, és tekintetbe vévén, hogy F_0, G_0, H_0 is megfelelnek, a következő egyenletekhez jutunk, mint f, g, h egyenleteihez:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x} + (h + H_0) \frac{\partial g}{\partial x} + h \frac{\partial G_0}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial f}{\partial y} + (h + H_0) \frac{\partial g}{\partial y} + h \frac{\partial G_0}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial f}{\partial z} + (h + H_0) \frac{\partial g}{\partial z} + h \frac{\partial G_0}{\partial z} &= 0. \end{aligned} \tag{10}$$

Ez egyenletek szerint az f, g, G_0 függvények JACOBI-féle determinansa eltűnik: f mint g és G_0 függvénye fogható fel. Következőleg egyenleteink így is írhatók:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial f}{\partial g} + h + H_0 \right) \frac{\partial g}{\partial x} + \left(\frac{\partial f}{\partial G_0} + h \right) \frac{\partial G_0}{\partial x} &= 0 \\ \left(\frac{\partial f}{\partial g} + h + H_0 \right) \frac{\partial g}{\partial y} + \left(\frac{\partial f}{\partial G_0} + h \right) \frac{\partial G_0}{\partial y} &= 0 \\ \left(\frac{\partial f}{\partial g} + h + H_0 \right) \frac{\partial g}{\partial z} + \left(\frac{\partial f}{\partial G_0} + h \right) \frac{\partial G_0}{\partial z} &= 0. \end{aligned}$$

E szerint vagy

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial g} + h + H_0 &= 0 \\ \frac{\partial f}{\partial G_0} + h &= 0 \end{aligned} \tag{11}$$

vagy pedig g és G_0 három JACOBI-féle determinansa eltűnik, tehát g és már vele együtt f is, mint G_0 függvénye fogható fel, minek rendén (10)-ből folyólag

$$\frac{df}{dG_0} + (h + H_0) \frac{dg}{dG_0} + h = 0. \tag{12}$$

Megfelelően vagy

$$\begin{aligned} F_0 + f &\equiv F = F_0' + f(g, G_0) \\ G_0 + g &\equiv G = G_0 + g \\ H_0 + h &\equiv H = - \frac{\partial f}{\partial g} \\ \frac{\partial f}{\partial G_0} - \frac{\partial f}{\partial g} &= H_0 \end{aligned} \quad (11')$$

vagy pedig

$$\begin{aligned} F_0 + f &\equiv F = F_0 + f(G_0) \\ G_0 + g &\equiv G = G_0 + g(G_0) = G(G_0) \\ H_0 + h &\equiv H = \left(H_0 - \frac{df}{dG_0} \right) : \frac{dG}{dG_0}. \end{aligned} \quad (12')$$

De a (11)' tartalmát más alakban célszerű számba venni. A (11)' utolsó egyenlete szerint g mint G_0 és H_0 függvénye jelentkezik. Ennek következtében f és G is mint G_0 és H_0 függvénye jöhet tekintetbe. Ilyenekül használva azokat, a megfelelő infinitesimális átalakítás segítségével (11)' helyett találjuk:

$$\begin{aligned} F_0 + f &\equiv F = F_0 + f(G_0, H_0) \\ G_0 + g &\equiv G = G(G_0, H_0) \\ H_0 + h &\equiv H = - \frac{\partial f}{\partial H_0} : \frac{\partial G}{\partial H_0} \\ \frac{\partial f}{\partial G_0} \frac{\partial G}{\partial H_0} - \frac{\partial f}{\partial H_0} \frac{\partial G}{\partial G_0} &= H_0 \frac{\partial G}{\partial H_0}. \end{aligned} \quad (12)''$$

Vagy az f vagy a G (utóbbi g helyett) a G_0 és H_0 tetszőleges függvénye gyanánt választható meg itt; a másik meghatározására a negyedik egyenlet szolgál. Az előbbi (12)' kifejezésekben a G és f is a G_0 tetszőleges függvénye.

Az (5) alatti speciális kifejezést illetően ($F = 0$) hasonló eljárás a következő egyetlen lehetőséghez juttat:

$$\begin{aligned} G_0 + g &\equiv G = G(G_0) \\ H_0 + h &\equiv H = H_0 : \frac{dG}{dG_0}. \end{aligned} \quad (13)$$

5. Ha az F , G , H paraméterek által (2)-ben vagy a G , H paraméterek által (5)-ben kifejezett X , Y , Z függvények NEWTON-féle függvények is, a paraméterek mégsem lehetnek mindig NEWTON-féle függvények; azaz ha kikötnők, hogy (2)-ben F , G , H mindegyike NEWTON-féle függvény legyen, akkor az általuk meghatározott X , Y , Z függvények a NEWTON-félék egy osztályát képeznék csupán, és ha kikötnők, hogy (5)-ben úgy G , mint H NEWTON-féle függvény legyen, akkor az ott egyáltalán lehetséges NEWTON-féle függvények osztályát is megcsónkítanók.

Nevezetesen előfordulhat, hogy a G_0 függvénynek egyes vonalak körül cyklometrikus többértékűsége van, azaz constans különbözetű többértékűsége, és azért a

$$H_0 \frac{\partial G_0}{\partial x}, \quad H_0 \frac{\partial G_0}{\partial y}, \quad H_0 \frac{\partial G_0}{\partial z}$$

szorzatok mégis NEWTON-féle függvények, részint azért, mert G_0 deriváltjai már nem többértékűek, részint azért, mert a mely felületeken, vonalakon, pontokban ezek a deriváltak végtelenné válnak, ott a H_0 elég magasrendűen eltűnik, valamint a végtelenben is. Nincs könnyebb dolog, mint illetően G_0 és H_0 függvények összeválasztása, még pedig olyanoké is, hogy G_0 incommensurabilis constansok szerint legyen többértékű; pl. ϕ -vel tetszőleges NEWTON-féle függvényt, a -val és b -vel két incommensurabilis constans értéket, n -nel pozitív számot jelölve:

$$G_0 = a \arcsin \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} + b \arctg \frac{y}{z}$$

$$H_0 = (x^2 + y^2)(y^2 + z^2) \phi^{i+n}.$$

Hogyha azonban G_0 incommensurabilis periodusokkal többértékű, akkor (12)' és (12)'', illetőleg (13) szerint már valamennyi analitikai G függvény többértékű, a mely t. i. ugyanazt az (X, Y, Z) vektort szolgáltatja, mint a G_0 és H_0 .

6. A következő alkalmazások szükségletéből még egy analitikai viselkedésre utalok, a melynek a számba vételét különben egyéb alkalmazások is kirójják.

Legyen, hogy a helynek egy deriválható függvénye φ úgy

fogandó fel, mint a hely két adott alakú deriválható függvényének, u -nak és v -nek a függvénye:

$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi(u, v), \\ \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= \frac{\partial \varphi}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial x} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= \frac{\partial \varphi}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial z} &= \frac{\partial \varphi}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial \varphi}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial z}.\end{aligned}\tag{14}$$

Állítom: a hol φ , u , v első coordinata-deriváltjai végesek, de φ -nek valamelyik parameter (u vagy v) vagy mindkettő szerint való első deriváltja végtelen, ott a két parameter JACOBI-féle determinansai eltűnnek. Abban a föltevésben, hogy φ -nek u szerint képzett deriváltja x , y , z helyen végtelen, szorozzuk meg (14) harmadik egyenletét $\partial v : \partial y$, második egyenletét $\partial v : \partial z$ deriválttal, azután vonjuk ki egyik egyenletet a másikkól. Két más hasonló eljárást is követve találjuk:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial \varphi}{\partial u} \left(\frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial z} \right) \text{ stb.}$$

A föltevés szerint a baloldalok végesek és a jobboldalokon $\partial \varphi : \partial u$ végtelen. Így

$$\frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial z} = 0 \text{ stb.}$$

Állítom továbbá: a hol φ és u első coordinata-deriváltjai végesek, de $\partial \varphi : \partial u$ végtelen és a vidéken mindenütt

$$\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial z} = 0,$$

ott u deriváltjai eltűnnek. Szorozzuk meg a (14) alatti egyenleteket rendre u deriváltjaival és azután adjuk össze őket:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial \varphi}{\partial u} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \right].$$

A föltevések értelmében a baloldal véges és a jobboldalon $\partial\varphi : \partial u$ végtelen lévén az x, y, z helyen, következőleg

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = 0.$$

II. Az elektromágneses tér Maxwell-Heaviside-féle egyenleteinek Hertz-féle definitiójáról.

1. MAXWELL elektromágnességi egyenletei HEAVISIDE formulázása által alapegyenletek jelentőségére tettek szert főképp HERTZ tárgyalásában.*

BOLTZMANN azonban kifogásokat tesz HERTZ bevezető definitiói ellen,** a melyek az egyenletek vezérmennyiségeire, az ú. n. elektromos és mágneses erőre vonatkoznak. Ez ellenvetések értelmében azok a definitiók részint fölöslegesek, részint hibásak is. Jogosak és alaposan meg is okolvák az ellenvetések.

Ámde okvetetlenül szükségesek némely olyatén elemek a definitiókban, a minők a HERTZ-félékben implicite bent foglaltatnak. Még pedig bizonyos functionális tulajdonságok előre ki-rovandók az elektromos és mágneses erőkre, HERTZ jelölései szerint (X, Y, Z) és (L, M, N) vektorokra. Tulajdonságok, a melyeknek előzetes kiszabása nélkül a következtetések rendszerébe tartozó partikuláris integrálások nem szükségképen valók, hypothetikusak, illetőleg a posteriori csúsztatnak be definitionális megszorításokat.

Számba véve, hogy az ú. n. felületi és kettős felületi elektromosság, felületi mágnesség, felületi áramlás, vonalas áramlás fogalma csak formális határfogalmaknak tekinthetők, előre ki-rovandó az elektromos és mágneses erő componenseire $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ és $\bar{L}, \bar{M}, \bar{N}$, hogy azok a hely NEWTON-féle függvényei legyenek, még pedig a végtelenben való viselkedést illetőleg, az elektromos

* HERTZ, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. 1892.

** BOLTZMANN, Vorlesungen über MAXWELL's Theorie der Electricität und des Lichtes. 1893. II. Th. §. 3.

erő legalább másodrendűen, a mágneses erő legalább harmadrendűen tűnjék el a végtelenben.

Csak így vonhatók az elektromosság, mágnesség, áramlás-tapasztalati jelenségeivel egyező partikuláris következtetések az (I. 1.)-ben jellemzett és egyéb módokon, mint szükségképen valók, azaz, mint kizárólagosan helyesek.

2. HERTZ jelölései szerint izotrop nyugvó közegben az elektromágnességi tér egyenletei (l. c. 21). 1.):

$$\begin{aligned} A_\mu \frac{\partial L}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \\ A_\mu \frac{\partial M}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x} \\ A_\mu \frac{\partial N}{\partial t} &= \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} A\varepsilon \frac{\partial X}{\partial t} + 4\pi A\lambda (X - X') &= \frac{\partial M}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial y} \\ A\varepsilon \frac{\partial Y}{\partial t} + 4\pi A\lambda (Y - Y') &= \frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial z} \\ A\varepsilon \frac{\partial Z}{\partial t} + 4\pi A\lambda (Z - Z') &= \frac{\partial L}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial x} \end{aligned} \quad (2)$$

BOLTZMANN a mágneses erőnek (L, M, N) előzetes mechanikai definitióját fölöslegesnek tartja (l. c. 15. l.), mert az már (1) által definiálva van, föltéve, hogy igen hosszú idő előtt mindenütt semmi volt; továbbá azt mondja szerző: «Dass sie (a componenseket érte) den Kräften proportional sind, welche auf einen Solenoidpol wirken, kann dann später aus den Gleichungen bewiesen werden. Stahlmagnete sind dann als Körper aufzufassen, in denen unbekannte kleine Ströme fließen».

Azonban (L, M, N) meghatározását illetőleg az (1) alatti egyenletekre és ehhez képest igen hosszú idő előtti semmikre utalni, a HERTZ-féle egyenletek keretében túlos eljárásnak kell nyilvánítanom. Az (1) alatti jobboldaloknak az egész igen hosszú idő alatt egymásután rendezkedő értéksorozatára szorul az, és pl. egy változatlan állapotba tartozó (L, M, N) vektor meghatározása végett bizonyos mértékben szüksége van neki ez állapot létrejötté-

nek a történetére. Azonkívül a permanens mágnesség helyén substituált «ismeretlen áramlásoknak» számba kell jönniök a (2) alatti egyenletekben és ott a $-4\pi A\lambda (X', Y', Z')$ áramláshoz számítandók, tehát az egyenletek határozottsága végett kellőképp adva kell lenniök.

Ezzel szemben itt ki fogom mutatni, hogy a permanens mágnesség és a pillanatnyi elektromos erő meghatározzák az egyenletekből a pillanatnyi mágneses erőt.

Legyen, hogy kétféle mágneses erő van olyan, a mely az egyenleteket adott elektromos erők és adott permanens mágnesség mellett kielégíti, ú. m. (L, M, N) és (L_0, M_0, N_0) . Ha

$$L - L_0 \equiv L', \quad M - M_0 \equiv M', \quad N - N_0 \equiv N' \quad (3)$$

jelölésekkel élünk, úgy a (2) alatti egyenletek szerint

$$\frac{\partial M'}{\partial z} - \frac{\partial N'}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial N'}{\partial x} - \frac{\partial L'}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial L'}{\partial y} - \frac{\partial M'}{\partial x} = 0, \quad (4)$$

mert (2)-ben (X, Y, Z) , (X', Y', Z') , $A\epsilon$, $A\lambda$ advák. Továbbá, mivel a permanens mágnesség is adva van, így

$$\frac{\partial_\mu L'}{\partial x} + \frac{\partial_\mu M'}{\partial y} + \frac{\partial_\mu N'}{\partial z} = 0; \quad (5)$$

ugyanis a Poisson szabálya szerint indukált mágnességen kívül csakis permanens mágnesség tartozik az elméletbe, tehát ennek a sűrűsége az x, y, z helyen

$$\frac{1}{4\pi} \left(\frac{\partial_\mu L'}{\partial x} + \frac{\partial_\mu M'}{\partial y} + \frac{\partial_\mu N'}{\partial z} \right),$$

mint t. i. a teljes (szabad) sűrűségnek és a Poisson-féle látszólagos, indukált sűrűségnek a különbsége: tényleg az (1) alatti egyenletek rendre x, y, z szerint deriválva, aztán összeadva, ezt változatlanak tüntetik föl.

A (4) alatti egyenletek szerint az (L', M', N') különbségi erővektornak van skaláris potenciálja. Abban az előzetes föltevésben azonban, hogy a mágnesi erő componensei L, M, N , valamint L_0, M_0, N_0 NEWTON-féle függvények (II. 1.), az L', M', N' külön-

ségi componensek is azok (3), tehát a potenciáljuk is az (I, 1). Ekként az (5) alatti egyenletből (a potenciállal való szorzás és az egész térre kiterjedő parciális integrálás segítségével kitetsző módon) folyólag

$$L'=0, \quad M'=0, \quad N'=0.$$

Így tehát (3) jelentése szerint, a pillanatnyi elektromos erő és a permanens mágnesség izotrop nyugvó közegek esetében tényleg teljesen meghatározzák az alapegyenletekből (1) és (2) a pillanatnyi mágneses erőt.

3. Hasonló módon következik, hogy nem izotrop nyugvó testek jelenlétében is meghatározza a pillanatnyi elektromos erő és a permanens mágnesség a pillanatnyi mágneses erőt, és hogy tömegmozgás esetében ugyanczek és a pillanatnyi mozgási sebességek meghatározzák: HERTZnek általános (Ib) egyenleteiből (l. c. 261. l.) ez adatok kapcsán szintén az itteni (4) alatti egyenletek folynak, és ha (3) analogiájára «a mágneses polarisatiót» vagy más néven «mágneses erővonalak számát» \mathfrak{L} , \mathfrak{M} , \mathfrak{N} illetően

$$\mathfrak{L}-\mathfrak{L}_0\equiv\mathfrak{L}', \quad \mathfrak{M}-\mathfrak{M}_0\equiv\mathfrak{M}', \quad \mathfrak{N}-\mathfrak{N}_0\equiv\mathfrak{N}'$$

írjuk, úgy HERTZnek (Ia) egyenletei szerint (l. c. 261. l.) adott permanens mágnességhez

$$\frac{\partial \mathfrak{L}'}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{M}'}{\partial y} + \frac{\partial \mathfrak{N}'}{\partial z} = 0, \quad (5)$$

mert amaz egyenletekből

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial y} + \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial z} \right) + \left(\frac{\partial}{\partial x} a. + \frac{\partial}{\partial y} \beta. + \frac{\partial}{\partial z} \gamma. \right) \left(\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial y} + \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial z} \right) = 0,$$

már pedig ebben a baloldali nem más, mint ennek a mennyiségnek :

$$\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial y} + \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial z}$$

a totális változási sebessége (a , β , γ lévén a tömegmozgás sebességének a componensei) és e mennyiség 4π -ed része a permanens mágnesség sűrűsége (HERTZ l. c. 266. és 267. l.). Izotrop közegek

esetében az $\overline{(5)}$ alatti egyenlet összeesik az (5) alattival és így a bizonyítás alapját ismét (4) és (5) képezi egészen azon a módon, mint előbb.

Anizotrop közegek esetében is olyszerű a bizonyítás, csak-hogy érvényessége az anizotropia bizonyos tulajdonságát föltételezi, mely különben minden eddigi tapasztalás szerint általánosnak tekinthető.*

4. A (2) alatti egyenletek baloldalaival, mint componensekkel képezett vektort nevezik elektromos áramlásnak nyugvó izotrop közegek esetében. Általánosan a HERTZ-féle (Ib) egyenletek baloldalai kiegészítve a jobboldalok utolsó tagjával (l. c. 261. l.) képezik azt a vektort, a mely HERTZ tárgyalásában az elektromos áramlás fogalmának felel meg.

Ebben az értelemben: már a pillanatnyi elektromos áramlás és a permanens mágnesség meghatározzák a pillanatnyi mágneses erőt az alapegyenletekből az előző cikk bizonyítása szerint.

Ha azonban a HALL-féle jelenséget is számba akarjuk venni, akkor az alapegyenletekben az áramlás componensei bizonyos tagokkal kiegészítendők. VOGT elméletében a kiegészítő componensek eredetileg izotrop közegben (l. c. 302. és 303. l.):

$$\begin{aligned}\theta \cdot (ZM - YN) \\ \theta \cdot (XN - ZL) \\ \theta \cdot (YL - XM),\end{aligned}$$

a hol a θ megközelítőleg független az elektromágneses állapottól.

E kiegészítő áramlási componensek tekintetbe vételével a (4) alatti egyenletek helyébe a következők állítandók:

$$\begin{aligned}\frac{\partial N'}{\partial y} - \frac{\partial M'}{\partial z} &= \theta \cdot (ZM' - YN') \\ \frac{\partial L'}{\partial z} - \frac{\partial N'}{\partial x} &= \theta \cdot (XN' - ZL') \\ \frac{\partial M'}{\partial x} - \frac{\partial L'}{\partial y} &= \theta \cdot (YL' - XM').\end{aligned}$$

* VOGT, Komp. d. th. Phys. II. 1896. 184. és 185. l.

Belőlük könnyen fölismerhető módon

$$\left(\frac{\partial N'}{\partial y} - \frac{\partial M'}{\partial z}\right)L' + \left(\frac{\partial L'}{\partial z} - \frac{\partial N'}{\partial x}\right)M' + \left(\frac{\partial M'}{\partial x} - \frac{\partial L'}{\partial y}\right)N' = 0$$

következik. Így az $(L' M' N')$ különbségi vektor oly alakú, hogy

$$L' = \rho \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x}, \quad M' = \rho \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y}, \quad N' = \rho \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial z}.$$

Ha már most abból, hogy L', M', N' NEWTON-féle függvények, szükségképen következnek, hogy $\tilde{\omega}$ is az, és ρ véges, folytonos, egyértékű deriválható függvény, akkor az (5) alatti egyenlet alapján következtethető volna, hogy $\tilde{\omega}$ deriváltjai mindenütt eltűnnek, tehát, hogy számot tevő HALL-féle effektus esetében is teljesen meghatározottnak tekinthető a pillanatnyi mágneses erő a pillanatnyi elektromos erő és a permanens mágnesség által.

Ámde az (I. 5.)-ben előadottak miatt ez a következtetés elesik, és a HALL-féle jelenségnek megfelelően VOIGT egyszerű hypothesis nyomán kiegészített HERTZ-féle egyenletek irányában a BOLTZMANN-tól indikált meghatározás lép előtérbe (II. 2.).

5. A permanens mágnesség meghatározására az a mód szolgálhat, a melyet HERTZ a mágneses erő definiálására használ, mert összefér a magneto-strictio kifejezéseivel és mert a permanens mágnesség elektromos erőktől függetlenül jöhet tekintetbe, t. i. oly viszonyok létesítésével, a melyeket megilletnek az (1) és (2) alatti egyenletek s olyképen, hogy az (1) alattiak jobboldalai s a (2) alattiak baloldalai eltűnnek pl. amiatt, hogy az $(X' Y' Z')$ vektornak van potenciálja és az (X, Y, Z) elektromos erő emezzel egyenlő változatlan vektor mindenütt.

Azonban kérdés, hogy HERTZ szerint a tényleges mechanikai hatások helyett másokat substitválván, vajjon nem partikuláris-e a meghatározás, azaz a tényleges mechanikai (tömegmozgató) hatással nem fér-e össze többféle (L, M, N) függvény mint «mágneses erő», mert ha igen, akkor az a meghatározás fölösleges megszorítást tartalmaz.

Most kizárólag izotrop közegeket tarthatván szem előtt, ha a következő jelölésekkel élünk:

$$\frac{\partial \mu L}{\partial x} + \frac{\partial \mu M}{\partial y} + \frac{\partial \mu N}{\partial z} \equiv 4\pi k \quad (6)$$

$$\frac{\partial M}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial y} \equiv 4\pi i_x, \quad \frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial z} = 4\pi i_y, \quad \frac{\partial L}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial x} \equiv 4\pi i_z \quad (7)$$

$$L^2 + M^2 + N^2 = F^2, \quad (8)$$

akkor a tényleges mechanikai erő componensei térfogat-egységre a MAXWELL-féle magneto-strictio egyenleteiből számítva ezek: *

$$\begin{aligned} kL - \frac{1}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial x} F^2 + \mu (Mi_z - Ni_y) \\ kM - \frac{1}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial y} F^2 + \mu (Ni_x - Li_z) \\ kN - \frac{1}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial z} F^2 + \mu (Li_y - Mi_x). \end{aligned} \quad (9)$$

Az $(i_x i_y i_z)$ vektor az elektromos áramlás. De elektromos áramlás hiányában ugyanaz lévén a permanens mágnesség és attól megszabadítható is lévén, az ettől független egyenletekre szorítkozhatunk. Föltéve pedig, hogy

$$i_x = 0, \quad i_y = 0, \quad i_z = 0, \quad (10)$$

a mágneses erőnek (L, M, N) van skaláris potenciálja (7). Jelölje ezt ϕ , úgy, hogy

$$L = - \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad M = - \frac{\partial \phi}{\partial y}, \quad N = - \frac{\partial \phi}{\partial z} \quad (11)$$

legyen. Akkor (6), (8):

$$-4\pi k = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \frac{\partial \phi}{\partial z} \right) \quad (11)'$$

$$F^2 = \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \quad (11)''$$

* Kifejtett teljes formuláikkal mindeddig csak VOIGT Kompendiumában találkoztam. Ott más, jóval komplikáltabb alakú kifejezéseik jegyezvék (II. 273. l.), de egyszerű átszámítás mutatja, hogy tartalomra az itteniekkel egyezők.

és a mechanikai erő componensei ezek :

$$\begin{aligned} & - \left(k \frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{1}{8\pi} F^2 \frac{\partial \mu}{\partial x} \right) \\ & - \left(k \frac{\partial \psi}{\partial y} + \frac{1}{8\pi} F^2 \frac{\partial \mu}{\partial y} \right) \\ & - \left(k \frac{\partial \psi}{\partial z} + \frac{1}{8\pi} F^2 \frac{\partial \mu}{\partial z} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

A határ-rétegekben μ deriváltjai igen nagyok lehetnek, jól-lehet maga a μ (a mágneses polarisatio coefficientense) mindenütt kicsit különbözik egy constanstól és a mágnesek belsejében deriváltjai is kicsinyek. Így a mechanikai erő kifejezéseinek második tagjától eltekinteni (12) az általánosság sérelme nélkül nem lehet.

A legközelebbiek annak az eldöntését célozzák, hogy adott tényleges mechanikai erőnek (12) a ψ potenciál mily tetszőlegességgel felel meg. A tárgyalás némi bonyodalommal jár amiatt, hogy quadratikusan differenciális egyenletekkel van dolga, ennél-fogva rövidesen nem intézhető el.

6. Tegyük fel, hogy egy bizonyos mechanikai erőnek (12) kétféle mágneses erő felel meg, a melyek egyikének a potenciálja ψ_0 , a másiké ψ . A (12)-ből folyólag

$$\begin{aligned} k \frac{\partial \psi}{\partial x} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial x} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial x} &= 0 \\ k \frac{\partial \psi}{\partial y} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial y} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial y} &= 0 \\ k \frac{\partial \psi}{\partial z} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial z} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial z} &= 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Két főcsoport lehetséges. Vagy

$$k = 0, \quad k_0 = 0, \quad F^2 - F_0^2 = 0 \quad (14)$$

vagy a ψ , ψ_0 , μ függvények JACOBI-féle determinansa eltűnik, tehát ezek a függvények két közös változó függvényeinek tekinthetők:

$$\psi = \psi(p, q), \quad \psi_0 = \psi_0(p, q), \quad \mu = \mu(p, q), \quad (15)$$

mihez képest (13)-ból

$$\begin{aligned} & \left(k \frac{\partial \psi}{\partial p} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial p} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial p} \right) \frac{\partial p}{\partial x} + \\ & + \left(k \frac{\partial \psi}{\partial q} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial q} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial q} \right) \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad \text{stb.} \end{aligned}$$

Ez a második főeset két aleset lehetőségét tartalmazza. Ugyanis ebben a főesetben vagy

$$\begin{aligned} k \frac{\partial \psi}{\partial p} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial p} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial p} &= 0 \\ k \frac{\partial \psi}{\partial q} - k_0 \frac{\partial \psi_0}{\partial q} + \frac{F^2 - F_0^2}{8\pi} \frac{\partial \mu}{\partial q} &= 0, \end{aligned} \quad (15')$$

vagy pedig a p és q függvény három JACOBI-féle determinansa eltűnik, tehát úgy fogható fel ez a két függvény, mint egyetlen közös változó függvényei és így nemkülönben ψ , ψ_0 , μ is úgy foghatók fel:

$$\psi = \psi(s), \quad \psi_0 = \psi_0(s), \quad \mu = \mu(s), \quad (16)$$

minek kapcsán

$$k \frac{d\psi}{ds} - k_0 \frac{d\psi_0}{ds} + \frac{F^2 - F_0^2}{4\pi} \frac{d\mu}{ds} = 0. \quad (16')$$

De számon tartandó az a lehetőség is, hogy a tér egy-egy részében az összesen háromféle eset egyike, másokban egy-egy másika fordul elő.

Nyilvánvaló, hogy a (15), (15)' esetben a (16), (16)' is bent foglaltatik. De az eszközözendő következtetések céljából a (15), (15)'-ben a p és q változók gyanánt a ψ_0 és ψ függvényt választom, midőn (15), (15)' ebbe megyen át:

$$\begin{aligned} \mu &= \mu(\psi, \psi_0) \\ 8\pi k + (F^2 - F_0^2) \frac{\partial \mu}{\partial \psi} &= 0 \\ 8\pi k_0 - (F^2 - F_0^2) \frac{\partial \mu}{\partial \psi_0} &= 0. \end{aligned} \quad (17)$$

Csak hogy innen ki van zárva egy olyan eset, a mely (15), (15)'-ben bent foglaltatik és sem (14)-ben, sem (16), (16)'-ban nem foglaltatik bent, t. i. az az eset, a melyben $F^2 = F_0^2$ és egyúttal a ϕ_0 meg ϕ potenciáloknak, mint p és q függvényeinek a JACOBI-féle determinansa eltűnik. Számba veendő tehát még mint külön eset:

$$\begin{aligned}\phi &= \phi(s), \quad \phi_0 = \phi_0(s) \\ F^2 - F_0^2 &= 0 \\ k \frac{d\phi}{ds} - k_0 \frac{d\phi_0}{ds} &= 0.\end{aligned}\tag{18}$$

Ellenben (16), (16)'-tól, mint (17)-ben és (18)-ban bent foglaltatótól eltekinthetünk: a (17) és (18) teljesen magában foglalja a (15), (15)' alá tartozható specziális esetek összeségét, ha ugyan nem zárkozunk el annak a lehetőségétől, hogy $\partial_\mu : \partial \phi_0$ és $\partial_\mu : \partial \phi$ egyes pontokban, vonalakon, felületeken végtelen.

6₁. Föltéve, hogy az egész térben teljessül (14), annak a két első egyenletéből a (11)' rendén ismeretes módon következik, hogy

$$\phi_0 = 0, \quad \phi = 0$$

az egész térben, mert az előzetes functionális kirovások értelmében (II. 1.) a ϕ_0 és ϕ függvény bir azokkal a tulajdonságokkal, a melyek elhhez a következtetéshez szükségesek.

Így a (14) alatti esetnek az egész térben való érvényesülése kizártnak tekintendő.

6₂. A (17) alatti két differenciális egyenletet egyszer adjuk össze, egyszer vonjuk ki egymásból. Ha aztán élünk ezzel a jelöléssel:

$$\psi - \phi_0 = \psi_1, \quad \psi + \phi_0 = \psi_2\tag{19}$$

és a ψ_1 meg ψ_2 függvényeket vezetjük be a ϕ_0 és ψ helyett argumentumok gyanánt, akkor (11)' és (11)'' alapján egyenleteink ezt az alakot öltik:

$$\begin{aligned}4\pi k_1 + \left(\frac{\partial \psi_1}{\partial x} \frac{\partial \psi_2}{\partial x} + \frac{\partial \psi_1}{\partial y} \frac{\partial \psi_2}{\partial y} + \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \frac{\partial \psi_2}{\partial z} \right) \frac{\partial \mu}{\partial \psi_2} &= 0 \\ 4\pi k_2 + \left(\frac{\partial \psi_1}{\partial x} \frac{\partial \psi_2}{\partial x} + \frac{\partial \psi_1}{\partial y} \frac{\partial \psi_2}{\partial y} + \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \frac{\partial \psi_2}{\partial z} \right) \frac{\partial \mu}{\partial \psi_1} &= 0\end{aligned}$$

a hol k_1 és k_2 a ϕ_1 és ϕ_2 által épen úgy fejezvék ki, mint (11)'-ben a k a ϕ által. Behelyettesítvén érettük a kifejezéseiket, egyenleteink a következőleg jelennek meg:

$$\begin{aligned} F_1^2 \frac{\partial \mu}{\partial \phi_1} + \mu \Delta \phi_1 &= 0 \\ F_2^2 \frac{\partial \mu}{\partial \phi_2} + \mu \Delta \phi_2 &= 0, \end{aligned} \quad (20)$$

a hol F_1^2 és F_2^2 ugyanúgy határozvák meg ϕ_1 és ϕ_2 által, mint (11)''-ben F^2 a ϕ által.

A (20) alatti első egyenletet megszorozván a ϕ_1 -nek egyelőre határozatlan függvényével $\Phi(\phi_1)$ és $D\tau$ térelemmel, és elosztván μ -vel, integráljuk az egész térre. A baloldal második tagján parciális integrálást végezvén találjuk:

$$\int \left(\frac{d\Phi}{d\phi_1} - \frac{\Phi}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \phi_1} \right) F_1^2 D\tau = 0, \quad (21)$$

ha ugyan a Φ függvény úgy van választva, hogy mindenütt véges, folytonos, egyértékű, deriválható és deriváltja $d\Phi : d\phi_1$ mindenütt véges. Ugyanis $F_1^2 \partial \mu : \partial \phi_1$ mindenütt véges a (20) egyenletből folyólag.

Ha $\partial \mu : \partial \phi_1$ maga is véges, akkor megválasztható úgy a Φ függvény a reá rótt követelmények keretében, hogy az integrálban F_1^2 faktora mindenütt pozitív. Beválik pl.

$$\Phi = \phi_1^{2m+1},$$

hacsak m bizonyos véges számnál nagyobb pozitív egész számot jelent. Mert akkor az integrálban az F_1^2 faktora ez:

$$\left(2m+1 - \frac{\phi_1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \phi_1} \right) \phi_1^{2m}.$$

Szintén beválik

$$\Phi = \phi_1^3 e^{-m : \nu_1^2}$$

a midőn az integrálban F_1^2 faktora ez:

$$\begin{pmatrix} 2m + 3\psi_1^2 & \xi_1^3 & \psi_1 \\ \psi_1 & \psi_1^2 & \psi_1^3 \end{pmatrix}$$

stb. E szerint mindenütt $F_1=0$, vagyis $\psi_1=\text{const.}$ és következőleg

$$\psi - \psi_0 = \text{const.} = 0.$$

Számolnunk kell azonban azzal az eshetőséggel is, hogy $\partial\mu:\partial\psi_1$ egyes pontokban, vonalakon, felületeken végtelen. Természetesen (20)-ból kitetszőleg azokon a helyeken szükségképen $F_1=0$. Most igen kis gömböket, igen vékony csöveket, igen vékony rétegeket zárjunk ki az integrálás teréből vagyis a végtelen térből, olyanokat t. i., a melyek ezeket a pontokat, vonalakat, felületeket tartalmazzák.

Ekkor (21) baloldalához felületi integrálok is csatlakoznak, a melyek ily alakúak:

$$\int \psi \frac{\partial\psi_1}{\partial n} D\sigma,$$

a hol az n betű a $D\sigma$ felületelem kifelé mutató normálisát jelenti. Az ilyen integrál, a mennyiben igen kis gömbnek vagy igen vékony csőnek a felületére szól, már csak azért is igen kicsiny, mert a felület területe igen kicsiny; a mennyiben pedig igen vékony rétegnek a felületére szól, már csak azért is igen kicsiny, mert lehet a réteg oly vékony, hogy az integrálandó függvénynek $\Phi\partial\psi_1:\partial n$ átellenes felületi pontokhoz tartozó értékei tetszőlegesen kicsit különböznek abszolút értékre egymástól, holott előjel dolgában ellentétesek az n normális ellentétessége miatt. Amiatt azonban, hogy a kizáró felületektől befogott pontokban, vonalakon, felületeken $F_1=0$, lehetnek oly kicsinyek a gömbök és oly vékonyak a csövek és rétegek, hogy (11)'' értelmében a felületiken $\partial\psi_1:\partial n$ mindenütt kisebb, mint egy tetszőlegesen kicsiny mennyiség. Így most is, a tér minden pontjában

$$\psi - \psi_0 = \text{const.} = 0.$$

Hasonlóképen következik a (20) alatti második egyenletből, a ψ és ψ_0 általános functionális tulajdonságai (II. 1.) alapján, hogy ψ_2 azaz $\psi + \psi_0$

$$\phi + \phi_0 = \text{const.} = 0$$

mindenütt. Így $\phi_0 = 0$, $\phi = 0$ következik a (20) alatti egyenletekből, mint az egész végtelen térben érvényesekből minden ponthely számára.

Kizártnak tekintendő tehát (20)-nak az egész térben való helyessége is.

6₃. A (18) alatt jegyzett esetben

$$F^2 - F_0^2 \equiv \left[\left(\frac{d\phi}{ds} \right)^2 - \frac{d\phi_0^2}{ds} \right] \left[\left(\frac{\partial s}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial z} \right)^2 \right] = 0$$

a (11)'' szerint.

Föltéve tehát, hogy az egész térben a (18) érvényes, belőle legalább vagy

$$\phi - \phi_0 = \text{const.} = 0$$

vagy

$$\phi + \phi_0 = \text{const.} = 0$$

következik, miáltal már teljesül (18)-nak az utolsó egyenlete is.

E szerint, ha definitioszerűleg kizárjuk a

$$d\phi + d\phi_0 = 0$$

esetet, akkor mindenütt

$$\phi = \phi_0.$$

6₄. Számot kell vetnünk azzal a lehetőséggel is, hogy a tér egyes részeiben (14), másokban (17) vagy (18) érvényes.

Egyelőre csupán (14) és (17) kapcsolásáról legyen a szó, vagyis arról az esetről, hogy a tér némely részeiben (14), némelyekben (17) érvényes.

A (14)-ből folyólag

$$k - k_0 = 0, \quad k + k_0 = 0,$$

tehát a (19) alatti jelölések alkalmazásával (11)' értelmében:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial \phi_1}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial \phi_1}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \frac{\partial \phi_1}{\partial z} \right) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial \phi_2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial \phi_2}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \frac{\partial \phi_2}{\partial z} \right) &= 0. \end{aligned} \quad (22)'$$

Továbbá (14) harmadik egyenletéből (11'') értelmében

$$\frac{\partial \psi_1}{\partial x} \frac{\partial \psi_2}{\partial x} + \frac{\partial \psi_1}{\partial y} \frac{\partial \psi_2}{\partial y} + \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \frac{\partial \psi_2}{\partial z} = 0. \quad (22)''$$

Oly felületen, a melyen (14) tere a (17) terével határos, még a μ csupán mint ψ_1 és ψ_2 függvénye fogható fel. Jelölje μ_0 e két argumentum olyan pozitív függvényét

$$\mu_0 = \mu_0(\psi_1, \psi_2),$$

a mely véges, folytonos, egyértékű a (14) terében, valamint első koordinata deriváltjai is, és a mely μ_0 a (14) és (17) közös határfelületein μ -vel egyezik. Továbbá ϕ ugyanolyan tulajdonságú függvénye legyen ψ_1 -nek, mint (6₃)-ban.

Megszorozván a (22)' alatti első egyenletet $\phi : \mu_0$ hányadossal és $D\tau$ térelemmel, végezzünk rajta parciális integrálást, kiterjeszkedőt oly τ térre, a melyben (14) érvényes és annak a felületére. Tekintettel (22)''-re találjuk:

$$\int_{\tau} \mu \left(\frac{d\phi}{d\psi_1} - \frac{\phi}{\mu_0} \frac{\partial \mu_0}{\partial \psi_1} \right) F_1^2 D\tau + \int_{\sigma} \phi \frac{\partial \psi_1}{\partial n} D\sigma = 0, \quad (23)$$

lévén n a $D\sigma$ felület-elemnek τ -ba mutató normálisa. Ugyanis ott, a hol a τ tér a (17) terével érintkezik, $\mu_0 = \mu$ a felületi integrálban; ez integrálnak esetleg a végtelenbe tartozó része pedig eltűnik ψ_1 -nek a (II. 1.) definitioiból folyó tulajdonságai miatt (I. 1.).

Most azt a τ -val határos tért T vévén figyelembe, a melyben (17) érvényes, szorozzuk meg a (20) alatti első egyenletet ϕ -vel és $D\tau$ térelemmel és osszuk el μ -vel, azután végezzünk rajta parciális integrálást, kiterjeszkedőt a T térre és ennek a felületére S :

$$\int_T \left(\frac{d\phi}{d\psi_1} - \frac{\phi}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \psi_1} \right) F_1^2 D\tau + \int_S \phi \frac{\partial \psi_1}{\partial N} D\sigma = 0, \quad (24)$$

a hol N a $D\sigma$ felületelemnek a T -be mutató normálisa.

Hasonló egyenleteink vannak minden τ és T tért illetőleg. Valamennyinek a képviselője legyen (23) és (24).

A σ és S felületeknek csupán az egymással érintkező részeit

szükséges számítani, mert ϕ_1 első coordinata-deriváltjai a végtelenben harmadrendűen eltűnnek (II. 1.). Továbbra csakis ezeket a részeket jelentsék (23)-ban és (24)-ben σ és S .

Minthogy σ és S közös $D\sigma$ elemeinek az integrálokban lévő factorai

$$\phi \frac{\partial \phi_1}{\partial n} \quad \text{és} \quad \phi \frac{\partial \phi_1}{\partial N}$$

ellentétesen egyenlők a normálisok ellentétessége miatt, így nyilvánvaló, hogy az egész végtelen térre vonatkozó összegelekések rendén

$$\sum_{\tau} \int + \sum_{T} \int = 0. \quad (25)$$

Ha már most $\partial\mu_0 : \partial\phi_1$ és $\partial\mu : \partial\phi_1$ mindenütt véges, úgy (25)-ből épen úgy következtethető, mikép $\phi_1 = 0$, mint a (6₂)-ben a (21)-ből.

Továbbá abban a föltevésben, hogy ezek a deriváltak egyes pontokban, vonalakon, felületeken végtelenek, szintén azzal a következtetéssel állapítható meg, mint (6₂)-ben, hogy $\phi_1 = 0$. Még pedig teljesen azzal, mert valamint $\partial\mu : \partial\phi_1$ végtelenségi helyein (20) szerint F_1 eltűnik, épúgy $\partial\mu_0 : \partial\phi_1$ végtelenségi helyein (22)'' miatt szintén eltűnik. (I. 6.!)

Hasonló módon győződhetni meg, hogy (14) és (17) kapcsolásában nemkülönben $\phi_2 = 0$ mindenütt.

Ezek szerint (14) és (17) kapcsolásában épúgy, mint midőn elkülönítve jönnek tekintetbe :

$$\phi_0 = 0, \quad \phi = 0$$

az egész végtelen térben. Kizártnak ítélandó tehát ez a kettős kapcsolás is.

6₅. Végre a τ és T -féle terek mellett oly terek létezését is vegyük számba, a melyekben (18) érvényes.

A (18)-ból, annak bármely érvényességi terére vonatkozólag következik a (6₃)-ban lévő főegyenlet szerint, hogy legalább is vagy $\phi - \phi_0 = \text{const.}$ vagy $\phi + \phi_0 = \text{const.}$, tehát vagy ϕ_1 vagy ϕ_2 constans.

Legyen, hogy a (18) tereiben mindenütt $\phi_1 = \text{const.}$ A (14)

és (17) tereit illetőleg most is helyes a (25) alatti integrál-egyenlet. Igaz ugyan, hogy kiegészítendő volna azokkal a felületi integrálokkal, a melyek a τ és T tereknek a (18) terével való érintkezésükből származnak, vagyis ez érintkezések felületeire terjeszkednek ki; de ϕ_1 deriváltjai ezeken a felületeken, mint (18)-hoz is tartozókon eltűnnek, és így a kiegészítéshez szükséges felületi integrálok is eltűnnek.

Így, ha (18) tereiben mindenütt a $\phi - \phi_0 = \text{const.}$ megoldás érvényes és sehol sem a másik ($\phi + \phi_0 = \text{const.}$), akkor mindhárom eset (14), (17), (18) kapcsolásában szükségképen

$$\phi = \phi_0.$$

6'. Mindent összevetve analysisünk ahhoz az eredményhez vezetett tehát, hogy csupán $d\phi_0$ és $d\phi$ ellentétességét rekesztjük ki azzal a követeléssel, hogy a tényleges mechanikai erőknek bizonyos egyetlen (L, M, N) ú. n. mágneses erő feleljen meg.

A mágneses erőnek (5) bekezdésében jelzett kiegészítő (a permanens mágnességet illető) meghatározása nem zár ki más lehetséges mágneses erőket, mint olyanokat, a melyek vagy az egész térben, vagy annak egyes részeiben a meghatározottakkal ellentétesek.

III. Az elektromágneses tér Maxwell-Heaviside-féle egyenleteinek egyszerű kiegészítése.

1a. MAXWELL tetszőleges közegekben indukált lokális elektromotoros erő (a mai nevén egyszerűen elektromos erő) componenseit abból az integrál-kifejezésből írja ki, a mely változatlan és nyugvó zárt vonalas vezetőben indukált vonalas elektromotoros erő jelölésére szolgál.* Ezt azzal az általánossággal teszi, a melyet egy függvény-elem zártvonalú integráljának az eltűnése enged. Így egy egyelőre határozatlan függvény koordinata-deriváltjait iktatja be additíve a lokális elektromotoros erő componenseibe.

* MAXWELL nagy munkájának WEINSTEIN-féle német fordításában a II. kötetben ily cím alatt: «Általános egyenletek az egységnyi időben indukált elektromotoros erő számára» 287. l.

Az eképen megalkotott kifejezés-rendszerről azt mondja (l. c. «Lokális inductio» cím alatt 290. l.), hogy ez «az elektromotoros erő legáltalánosabb alakja, midőn változó testek változó elektromágneses térben mozognak».

Azt az elvet követi tehát MAXWELL a lokális elektromotoros erő kifejezéseinek a megalkotásában, hogy változatlan és nyugvó zárt vonalas vezetőkre alkalmazva azokat, a tapasztalásszerűleg használt kifejezést szolgáltatassák.

Ezt az elvet követi HELMHOLTZ is az ő saját elektromágnesi elméletében.*

KIRCHHOFF, a ki vezetőkre nézve, azaz conductio-áramlásokat illetőleg először állított föl kifejezéseket a lokális elektromotoros erő számára, s ekkor WEBER «törvényére» támaszkodott,** később az egyetemi előadásáiban szintén amaszt az elvet követte, miután észrevette formuláinak azt a hibáját, a melyet HELMHOLTZ részletesen kimutatott, hogy t. i. labilis elektrosztatikai állapotokat feltételeznek. Ő előadásainak PLANCK-tól kiadott III. kötetében a vezetőköt illető lokális inductio számára felírt kifejezésekhez ezt a kijelentést fűzi: «Die Berechtigung hierzu liegt darin, dass wenn wir diese Gleichungen auf den Fall anwenden, dass die inducirende Ströme geschlossen sind und der inducirte Strom linear und geschlossen ist, wir zu dem vorher angegebenen Gesetze kommen». Aztán bebizonyítja ezt és még megjegyzi: «Daraus folgt freilich noch nicht, dass diese allgemeinen Formeln die richtigen sein müssen; sie widersprechen aber keiner der bis jetzt vorliegenden Erfahrungen» (218. l.). Ezeket az egyenleteket használja fel előadásainak egy későbbi szakaszában (223. l.) a dielektricumokban indukált elektromos momentumok és polarisatio-áramlások kifejezéseinek a megszerkesztésére is. A lokális elektromotoros erőnek ez a KIRCHHOFF-tól használt definitioja is úgy, mint a régebbi, egészen specziális, csakhogymént a régebbi-

* «Ueber die Bewegungsgleichungen der Electricität für ruhende Körper» Borch. Journ. LXXII. 1870. Ges. Abh. I. 545. l., továbbá «Die elektrodynamischen Kräfte in bewegten Leitern» Borch. Journ. LXXVIII. 1874. Ges. Abh. I. 702. l.

** «Ueber die Bewegung der Electricität in Leitern». Pogg. Ann. CII. 1857. Ges. Abh. 154. l.

nek a hibájától, mert megenged stabilis elektrosztatikai állapotokat.

MAXWELL és HELMHOLTZ a jelzett elvet követve, mindegyik abból az általánosságból indul ki a maga elméletében, a mely függvény-elem zártvonalú integráljának eltűnésén alapszik. Azonban az elv, ha nem korlátozzuk izotropiás állapotokra, hanem aeolotropiás állapotokra kiterjedni is engedjük, nagyobb általánosságot foglal magában. Ha nem rekesztjük ki akár bevallottan, akár hallgatagon aeolotropiák lehetőségét, úgy az elvből vonható következtetések más sokféleséggel is történhetnek, a mely, jóllehet analitikai eredetűre nézve még primitívebb, mint amaz, mégis jelentőséggel bír, mert a fény elektromágnesi elméletében a magneto-optikai jelenségek felöleléséhez juttat.

A sokféleségnek ez az osztálya az emlegetett zárt vonalú integrál elemeinek olyanokkal való kiegészítésén alapszik, a melyek egyenkint eltűnnek.

1b. Ehhez a sokféleséghez egy más természetűnek az osztálya csatolható. Utóbbi azokban az egyenletekben sarkallik, a melyek az elektromotoros erő analitikai fogalmának a physikai tartalmat adják meg, t. i. az áraminductio egyenleteiben, a mik az áramlási componensek és az elektromotoros erő componensei közti összefüggéseket határozzák meg és nyugvó, változatlan közegek esetében is két egyenlet-rendszerből állanak, a melyek egyike a conductio-áramlásra, másika a polarisatio-(MAXWELL-nél eltolódási) áramlásra vonatkozik. A conductio-áramlásra vonatkozók megalkotásában hallgatagon, vagy kifejezetten, mint KIRCHHOFF, szintén azt az elvet követik a szerzők, hogy egyenleteik nyugvó, változatlan vonalas és zárt vezetők áramaira alkalmazva, az ismeretes tapasztalásszerű egyenletek typusára redukálódnak.

Azonban ez eljárásban sem aknázzák ki teljesen a kínáló általánosságokat. A conductio-áram és az elektromotoros erő irányát már a priori egyezőnek nézik és ezáltal aeolotropiás állapotok tekintetbe vételét ismét kizárják. Egyenleteik pedig a tőlük követett elv körében tehetők általánosabbakká, úgy egészítvén ki azokat, hogy zárt vonalas vezetők áramára való alkalmazásban az áramintenzitást kifejező integrálnak a kiegészítés-

ből származó elemei eltűnjenek. Ezáltal a kiegészítés által a HALL-féle effectus számbavételéhez jutunk el.

Ha pedig megfontoljuk, hogy a tapasztalás csak véges vékonyságú vezetőkre szólhat, mert a vonalasság eszményi határfogalom, még egy elvszerű lépéssel tovább mehetünk, úgy is kiegészítvén az egyenleteket, hogy azok véges vékonyságú áramcsövek számára nagy megközelítéssel ugyanazt a kifejezést szolgáltatassák, mint kiegészítés nélkül az eredetiek. Ekkor természetesen az eredeti egyenletek csak átlagos érvényűeknek tekinthetők, a melyek t. i. a tényleges jelenségeknek csak valamely átlagosait tüntetik fel. Az így kiegészített egyenletektől már előzetesen várható, hogy oly közegekre is illenek, a melyek chemiai képletében számot tevően foglaltatnak asymmetrikus összetételek; tehát reményelhető, hogy a «természetes» asymmetriás közegeket s a «természetes» aeolotropiát is megilletik. Valóban ezzel az általánosítással az egyenletek a fényközegek ú. n. optikai aktivitására is kiterjeszkednek.

1c. Az elvszerű általánosításnak ezektől különböző fajtát használtá DRUDE lipesei professor, a mennyiben nem csupán közösleges conductio-áramlásokat, hanem vezetőknek dielektrikumokon keresztül történő oscillatoricus kisüléseit is szem előtt tartotta. Az ilyenekre nézve legelőször KIRCHHOFF-tól föllállított lineáris formulával egyezőleg szerkesztette meg a lokális inductio egyenleteit (Physik des Aethers 1894. 518—524. l.), minek rendén az egyenletek felölelik a dispersio jelenségeit (l. c. 524. l.). Ez az általánosítás az elébbieken jelzettek folytatásaként is eszközölhető, mint amazok további kiegészítője, vagy fordítva amazok ennek a megtörténte után végezhetők.

Én itt a MAXWELL-féle alakokból fogok kiindulni s azokat fogom a bejelentett elvszerűségek betartásával általánosítani. A kristályos testeket azonban mellőzöm, és azonkívül nyugvó közegekre szorítkozom: az áttérés kristályos testekre és a közegmozgás számbavétele utólagosan mindenesetre akadálytalanul megejthető, valamint a DRUDE-féle általánosítás is. Ezúttal a MAXWELL-féle jelölésekkel élek majd és pedig abban a tekintetben is, hogy az előbbi cikkben (II.) használt coordinatarendszerre nézve invers-rendszert alkalmazok. Nem csupán azért teszem ezt

az alakváltoztatást, hogy közvetlen kapcsolatban maradjak MAXWELL könyvével, hanem azért is, hogy az elérendő eredmények a másoktól (GOLDHAMMER, DRUDE stb.) empirikusan fölállított ki-egészítésekkel directe összehasonlíthatók legyenek, mihez képest egy különben is igen általános szokást követve, az elektromotoros erőt és elektromos áramlást elektromos egységekkel, a mágneses erőt egységekkel számítom, az utóbbi és előbbi egység hányadosát A betűvel jelölve.

2a. A térfogat-egységre számított lokális elektromotoros erő MAXWELL-féle componensein P , Q , R olyanok értendők, a melyekkel a vonalas elektromotoros erőnek a kifejezése:

$$\int (Pdx + Qdy + Rdz) \equiv E$$

nyugvó változatlan zárt vezetőt a tapasztalásszerű kifejezéssel egyezőleg megillet.

Mint hogy az integrálás zárt vonalon vezetendő, ha P , Q , R hez rendre egy szabályos függvény coordinata-deriváltjait adjuk, ez által az E -nek az értéke nem változik meg. A MAXWELL-féle P , Q , R componensekbe ily tagok máris bele értendők. (Bizonyos megszorításokat némely tapasztalati viszonyok szükségessé tesznek, a milyen pl. elektrostatikai állapotok stabilisságát követeli, miként azt HELMHOLTZ kimutatta.)

De ezzel a betoldással még nem kapjuk meg (P, Q, R) -nek azt a legáltalánosabb alakját, a mely mellett az E változatlan marad. Mihelyt p, q, r az idő és hely olyan függvényei, hogy a velük, mint componensekkel meghatározott vektor mindenütt és folyvást merőleges az áramlás irányára, akkor

$$P+p \equiv X, \quad Q+q \equiv Y, \quad R+r \equiv Z \quad (1)$$

használtatván P, Q, R helyett, az E vonalas elektromotoros erő értéke szintén változatlan marad. Sőt az integrál minder eleme megtartja régi értékét, mert (p, q, r) merőleges a (Dx, Dy, Dz) integrációs pálya-clemre és így

$$pDx + qDy + rDz = 0.$$

Az áramlás componenseit jelöljük u, v, w betűkkel. Mint-

hogy a (p, q, r) vektor mindenütt és mindig merőleges reá, ennél fogva így fejezhető ki :

$$\begin{aligned} p &\equiv bw - cv \\ q &\equiv cu - aw \\ r &\equiv av - bu, \end{aligned}$$

a hol a, b, c időjellegű határozatlanok. De tekintettel arra, hogy nyugvó és változatlan vonalas vezető képezi a kiindulás alapját, az imént felírt egyenlet akkor is helyes marad, ha abban (p, q, r) helyett ennek tetszőleges rendű idő-deriváltját használjuk. Úgy jelölván az idő deriváltakat, hogy a betű lábához jegyezzük a derivatio rendjét, nemkülönben írhatjuk :

$$p_i Dx + q_i Dy + r_i Dz = 0.$$

Használható tehát p, q, r gyanánt :

$$\begin{aligned} p &= \Sigma (bw - cv)_i \\ q &= \Sigma (cu - aw)_i \\ r &= \Sigma (av - bu)_i, \end{aligned} \quad (2)$$

a hol az i index szintén deriváltat jelent és az összeg-tagok az a, b, c coefficiensek szerint is különbözhetnek.

Ez az általánosítás az elektromágnesi tér MAXWELL-féle egyenletei közül csupán az áraminductio egyenleteit módosítja, a mennyiben ezekbe (P, Q, R) helyett az (X, Y, Z) irandó. Izotrop közegekre nézve MAXWELL szerint az áram-inductio egyenletei ezek :

$$\begin{aligned} u &= CP + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial P}{\partial t} \\ v &= CQ + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Q}{\partial t} \\ w &= CR + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial R}{\partial t} \end{aligned}$$

vagy kipótolvá HERTZ módjára az inhomogeneitás miatt bizonyos (P', Q', R') elektromotoros erővel (l. c. 218. és 219. l.)

$$u = C(P - P') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial P}{\partial t} \quad \text{stb.}$$

Az első tagok az áramlás conductiós részének, a másodikak polarisatiós (eltolások) részének felelnek meg. Az utóbbiak voltaképen merőben hypothetikus eredetűek. Már most ezekbe az egyenletekbe (P, Q, R) helyett (X, Y, Z) jegyzendő, mint majd alább következik.

Az elektromágneses tér többi MAXWELL-féle egyenletei változatlanul maradnak, ú. m.

$$\begin{aligned} 4\pi Au &= \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} \\ 4\pi Av &= \frac{\partial a}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial x} \\ 4\pi Aw &= \frac{\partial \beta}{\partial x} - \frac{\partial a}{\partial y}, \end{aligned} \quad (A)$$

a melyekben az elektromotoros erő explicite elő sem fordul; továbbá

$$\begin{aligned} A\mu \frac{\partial a}{\partial t} &= \frac{\partial Q}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial y} \\ A\mu \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial z} \\ A\mu \frac{\partial \gamma}{\partial t} &= \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x} \end{aligned} \quad (B)$$

a melyek, vagy az æquivalens integrál-egyenletek éppen a MAXWELL-féle elektromotoros erő definitioinak tekintendők.

Ezekhez már most, mint az áram-inductio egyenletei, az előzmények szerint

$$u = C(X - P') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial X}{\partial t} \quad \text{stb.}$$

csatlakoznak. De az (1b)-ben bejelentett további elvszerű általánosítások kilátásba helyezése végett fügeszszük még hozzájuk egy utólag jellemezendő vektor componenseit ξ, η, ζ :

$$\begin{aligned} u &= C(X - P') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial X}{\partial t} + \xi \\ v &= C(Y - Q') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Y}{\partial t} + \eta \\ w &= C(Z - R') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Z}{\partial t} + \zeta. \end{aligned} \quad (C)$$

2b. Egy vékony áramcsövet szeljük át egy felülettel, s ebből a felületből az áramcső vágjon ki σ részt. A σ egy elemének a területe legyen $D\sigma$, s ez elem normálisának iránycosinusai l, m, n legyenek. Concedáljuk, hogy a (C) rendszer a ξ, η, ζ nélkül is elég pontosan fejezi ki az áramcső számára az áramintenzitást,

$$I \equiv \int_{\sigma} (ul + vm + wn) D\sigma$$

áramintenzitást, a melynek a határértéke ($\sigma = 0; u, v, w = \infty$) teszi áramvonal számára az áramintenzitást. A (C) alatti kifejezések tekintetén (ξ, η, ζ megtartásával) a teljesen helyeseknek, csak úgy lehetséges az, mikép (ξ, η, ζ) nélkül is megfelelnek, hogy

$$\int_{\sigma} (\xi l + \eta m + \zeta n) D\sigma = 0. \quad (*)$$

Olyannak föltételezem a vékony csövet, hogy σ kerülete merőleges lehessen mindenütt az áramlás helyi irányára a nélkül, hogy csavarvonalat képezne, vagyis a nélkül, hogy a σ felület csavarfelület volna. Válaszszuk is így a σ felületet és most (1b) két kiegészítésmódját együtt tárgyalandók, írjuk:

$$\hat{\xi} = \xi_1 + \xi_2, \quad \eta = \eta_1 + \eta_2, \quad \zeta = \zeta_1 + \zeta_2. \quad (3)$$

Itt a ($\hat{\xi}_1, \eta_1, \zeta_1$) résztől követeljük, hogy merőleges legyen az áramlásra és így legyen

$$\begin{aligned} \hat{\xi}_1 &= b'w - c'v \\ \eta_1 &= c'u - a'w \\ \zeta_1 &= a'v - b'u, \end{aligned} \quad (4)$$

a hol a', b', c' jellegtelen határozatlanok.

Már most a (*) egyenletben csak ($\hat{\xi}_2, \eta_2, \zeta_2$) marad, mert l, m, n az áramlás iránycosinusai. Ennek oly másszerű megválasztását kívánjuk, hogy (*) értelmében

$$\int_{\sigma} (\hat{\xi}_2 l + \eta_2 m + \zeta_2 n) D\sigma = 0$$

legyen. E végből írjuk:

$$\begin{aligned}
 \xi_2 &= \frac{\partial \chi}{\partial y} - \frac{\partial \psi}{\partial z} \\
 \eta_2 &= \frac{\partial \varphi}{\partial z} - \frac{\partial \chi}{\partial x} \\
 \zeta_2 &= \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \varphi}{\partial y},
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

azután végezzünk Stokes-féle integrálást. Ha σ szegélyvonalának egy eleme (Dx, Dy, Dz) vektor, akkor követelésül találjuk a szegélyvonalra való kiterjesztéssel:

$$\int (\varphi Dx + \psi Dy + \chi Dz) = 0.$$

Úgy is teljesülhet tehát a (*), hogy

$$\varphi Dx + \psi Dy + \chi Dz = 0.$$

Mint hogy a (Dx, Dy, Dz) vektor merőleges mindenütt a helyi áramlásra, így beválnak

$$\varphi = -\rho u, \quad \psi = -\rho v, \quad \chi = -\rho w, \tag{6}$$

a hol ρ a megoldásnak még fenmaradt, hosszúság-jellegű határozatlana.

2c. Már most összegyűjtendő az eredményeket: behelyettesítem (1)-ből a P, Q, R helyébe $X-p, Y-q, Z-r$ -et a (B) alatti egyenletekbe, azután p, q, r helyett a (2) alatti jobboldalakat írom azokban; továbbá a (C) alatti egyenletekbe bejegyzem (ξ, η, ζ) -nak (3), (4), (5) szerint való kifejezéseit, azután ott a következő jelölést használom:

$$a' + \frac{\partial \rho}{\partial x} \equiv a, \quad b' + \frac{\partial \rho}{\partial y} \equiv b, \quad c' + \frac{\partial \rho}{\partial z} \equiv c.$$

Ily módon az elektromágneses tér egyenletei nyugvó és izotrop megaeolotrop közegek rendszerét illetően a következő alakban jelentkeznek:

$$\begin{aligned}
 4\pi Au &= \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} \\
 4\pi Av &= \frac{\partial a}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial x} \\
 4\pi Aw &= \frac{\partial \beta}{\partial x} - \frac{\partial a}{\partial y}
 \end{aligned}
 \tag{A}$$

$$\begin{aligned}
 A_i^\mu \frac{\partial a}{\partial t} &= \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} + \Sigma \left[\frac{\partial (aw - cu)}{\partial z} - \frac{\partial (bu - av)}{\partial y} \right]_i \\
 A_i^\mu \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z} + \Sigma \left[\frac{\partial (bu - av)}{\partial x} - \frac{\partial (cv - bw)}{\partial z} \right]_i \\
 A_i^\mu \frac{\partial \gamma}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} + \Sigma \left[\frac{\partial (cv - bw)}{\partial y} - \frac{\partial (aw - cu)}{\partial x} \right]_i
 \end{aligned} \quad (B)$$

$$\begin{aligned}
 u &= C(X - P') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial X}{\partial t} + bw - cv - \rho \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\
 v &= C(Y - Q') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Y}{\partial t} + cu - aw - \rho \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\
 w &= C(Z - Q') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Z}{\partial t} + av - bu - \rho \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right),
 \end{aligned} \quad (C)$$

a hol az a, b, c ; a, b, c és ρ coefficientensek eredetükre nézve egymástól teljesen függetlenek.

3. A beiktatott új egyenleti tagok physikai értelmének a fölismerése végett csak összehasonlítások teendők oly elméletekkel, illetőleg empirikus formulákkal, a melyek részint a HALL-féle effectusra, részint a magneto-optikai jelenségekre, részint a «természetes» optikai aktivitásra vonatkozólag különböző szerzőktől felállítva lőnek.

Az a, b, c coefficientensű tagok a (C) egyenletek oly kiegészítőjét képezik, a mely a HALL-féle effectust tartalmazza. Épen ily részszel egészítette ki pl. ez effectus számára LORENTZ az egyenleteket és aztán GOLDHAMMER, a ki abból indult ki, hogy eredetileg izotrop közegek mágneseződés következtében aeolotropokká válnak (Wied. Ann. XXXI. «Ueber die Theorie des Hall'schen Phänomens»).

Az a, b, c coefficientensű tagok a (B) egyenletek oly kiegészítői, a melyek a megfelelő határfelületi egyenletekkel kapcsolatosan a mágnesezett közegeken átmenő vagy visszavert fény polarisatio síkjának az elfordulásáról adnak számot. Erről a kiegészítésről ugyanis kimutatható, hogy első tagja (az, a mely nincs időderiválás alá vetve, lévén az i -je = 0) egyezik azzal a kiegészítővel, a melyet GOLDHAMMER és töle függetlenül majdnem egyidejűleg DRUDE csatoltak be az egyenletekbe a magneto-rotatiós polarisatio és a KERR-féle effectus föltüntetésére (Wied. Ann. «Ueber magneto-optische Erscheinungen», «Physik des Aethers» 584—589. l.,

stb.). Ugyanis, ha most az a , b , c és ρ együttthatós tagoktól eltekintünk és csupán fénytűneményekre és átlátszó közegekre szorítkozva, a C coefficientű tagot is mellőzzük a (C) alatti egyenletekből, azután a (B) alatti egyenletekbe u , v , w helyébe ezek (C) alatti kifejezéseit, a (C) alattiakba pedig ugyanazok (u, v, w) helyett az δ (A) alatti kifejezéseit vezetjük be, de a Σ alakok első tagját ($i=0$) tartjuk csak meg, akkor ezekhez az egyenletekhez jutunk:

$$A\mu \frac{\partial a}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} + \frac{\partial^2}{\partial t \partial z} K(aZ - cX) - \frac{\partial^2}{\partial t \partial y} K(bX - aY), \quad \text{stb.}$$

$$AK \frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z}, \quad \text{stb.}$$

már pedig ezek teljesen oly alakúak, mint DRUDE ide tartozó egyenletei («Physik des Aethers» 586. l. stb.).

A mi végre a hátralévő (ρ faktorú) részt illeti, ez a közönös rotációs polarisatiót jelenti. Ennek a kiegészítő résznek magának a számbevétele végett, tekintsünk el most az a , b , c és α , β , γ tartalmú tagoktól, és kizárólag fénytűneményekre és átlátszó közegekre szorítkozva hagyjuk ki (C) -ből a conductiós (C faktorú) tagokat is. Ezek után jegyezzük be (C) -be az (A) -ból az u , v , w áramlási componensek kifejezéseit. A mennyiben a közeg mágneseződésként tekintetében homogennek számíthat, tehát a μ -je egyenletesnek,

$$\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} = 0.$$

Ezt is számon tartva találjuk:

$$A\mu \frac{\partial a}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}, \quad \text{stb.}$$

$$AK \frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} - \rho Aa, \quad \text{stb.}$$

Innen pedig, az elektromotoros erő (X, Y, Z) eliminálása által, a mennyiben K és ρ is egyenletesnek számíthat:

$$A^2 K \mu \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} = Aa - \rho A \left(\frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y} \right), \quad \text{stb.}$$

Hasonló egyenleteket találunk az elektromotoros erő számára, föltéve, hogy nincs a közegben valóságos elektromosság, tehát hogy

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0.$$

Ugyanis ekkor a mágneses erőnek a hat egyenlethől való eliminálásával:

$$A^2 K \mu \frac{\partial^2 X}{\partial t^2} = \Delta X - \rho \Delta \left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right) \quad \text{stb.},$$

Ezek az egyenletek csupán abban különböznek azoktól, a melyeket DRUDE talált a maga módján az aktiv testek számára (l. c. 541. l. 91. formula), hogy a dyssymmetrikus tagokban nála a Δ operatio helyett másodrendű időderiválás fordul elő, a mi tapasztalati észleleteink jelen korlátai között mellékes jelentőségű. Az itteni egyenletek azokkal a legelső formulákkal egyeznek, a melyek a fény rugalmasságtani elméletében a rotatiós polarisatio számára fölláttatának, t. i. a MAC-CULLAGH-félékkel. Hogy ha azonban fény-vektor gyanánt α , β , γ helyett

$$\alpha' \equiv \alpha - \rho \left(\frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y} \right), \quad \text{stb.}$$

illetőleg X , Y , Z helyett

$$X' \equiv X - \rho \left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right), \quad \text{stb.}$$

használjuk, úgy arra a közönséges esetre, hogy ρ oly kicsi egyenletes érték, mikép viszont

$$\begin{aligned} \alpha &\equiv \alpha' - \rho \left(\frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} \right) = \alpha' - \rho \left(\frac{\partial \gamma'}{\partial y} - \frac{\partial \beta'}{\partial z} \right) \quad \text{stb.} \\ X &\equiv X' - \rho \left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \right) = X' - \rho \left(\frac{\partial Z'}{\partial y} - \frac{\partial Y'}{\partial z} \right) \quad \text{stb.} \end{aligned}$$

nagy megközelítéssel tehető, akkor egyenleteink egészen a DRUDE-félék alakját öltik, mert egyenleteink e kifejezések szerint helyettesítések rendén (tekintettel arra, hogy ρ egyenletes) a következőkbe mennek át:

$$A^2 K_\mu \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[a' + \rho \left(\frac{\partial \beta'}{\partial z} - \frac{\partial \gamma'}{\partial y} \right) \right] = \Delta a' \quad \text{stb.}$$

$$A^2 K_\mu \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[X' + \rho \left(\frac{\partial Y'}{\partial z} - \frac{\partial Z'}{\partial y} \right) \right] = \Delta X' \quad \text{stb.}$$

4. A nyugvó közegekről mozgókra való áttérést kívánom végeztetül egy kis észrevétellel kísérni.

HERTZ a nyugvó közegek egyenleteiben foglalt változási sebességeket, ú. m. a mágneses és elektromos polarisatio változási sebességét, az ∂ jelölése szerint

$$\left(\frac{\partial \mathcal{Q}}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mathcal{M}}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mathcal{N}}{\partial t} \right) \quad \text{és} \quad \left(\frac{\partial \mathcal{X}}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mathcal{Y}}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mathcal{Z}}{\partial t} \right)$$

bizonyos valószínű hypothesis alapján egészíti ki a mozgó közegekre illő kifejezéseké (l. c. 258., 259., 260. l.), a mit röviden így jellemez: «es sei der Einfluss der Bewegung derart, dass wenn er allein wirksam wäre, er die magnetischen Kraftlinien mit der Materie fortführen würde». Részletesebb megfogalmazását és felhasználását illetőleg könyvére utalok, a melyben igen világosan van az, úgy mint minden más egyéb is, előadva. Amit itt megjegyezni akarok, az abban áll, hogy egyszerű módon definiálható oly materiális elemi vektor, mint a hely és idő függvénye, hogy változási sebességének az eltolódásos része (összetevője) épen a HERTZ-féle meghatározásnak felel meg.

Ha a tömegmozgás sebessége az x, y, z helyen $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ componensekkel bír (HERTZ-nél a, β, γ ; továbbá nála a ∂ differenciáló jel helyett mindenütt d áll), úgy HERTZ hypothesisének értelmében a nyugvó közegek MAXWELL-HEAVISIDE-féle egyenletei abban különböznek a nyugvó közegek megfelelő egyenleteitől, hogy utóbbiakban a $\partial \mathcal{Q}, \partial \mathcal{M}$ stb. változási sebességek helyett

$$\frac{\partial \mathcal{Q}}{\partial t} + \frac{\partial (\mathcal{Q}\dot{y} - \mathcal{M}\dot{x})}{\partial y} - \frac{\partial (\mathcal{M}\dot{x} - \mathcal{Z}\dot{z})}{\partial z} + \left(\frac{\partial \mathcal{Q}}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{M}}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{N}}{\partial z} \right) \dot{x} \quad \text{stb.}$$

$$\frac{\partial \mathcal{X}}{\partial t} + \frac{\partial (\mathcal{X}\dot{y} - \mathcal{Y}\dot{x})}{\partial y} - \frac{\partial (\mathcal{Z}\dot{x} - \mathcal{X}\dot{z})}{\partial z} + \left(\frac{\partial \mathcal{X}}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{Y}}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{Z}}{\partial z} \right) \dot{x} \quad \text{stb.}$$

írandók.

Vegyünk számba egy materiális elemi vektort, a mely irányra mindenütt egyezik, nagyságra pedig arányos a mágneses vagy elektromos polarisatioval egy tetszésre választott t pillanatban, különben pedig mindenütt két igen közeli egyéni tömegpont távolsági vektorának és a materiális tömötséggnek a szorzatával van meghatározva.

Jelölje ezt a vektort (ξ, η, ζ) . Componenseinek teljes változási sebessége

$$\dot{\xi} = \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial \xi}{\partial x} \dot{x} + \frac{\partial \xi}{\partial y} \dot{y} + \frac{\partial \xi}{\partial z} \dot{z}, \quad \text{stb.}$$

Hogy ezekből kiválaszszuk az eltolódással járó részeket, ki kell vonnunk belőlük a távolsági vektor hosszának s irányának és multiplikáló tömötségének a változási sebességével járókat. A két elsőfélék együtt:

$$\frac{\partial \dot{x}}{\partial x} \xi + \frac{\partial \dot{x}}{\partial y} \eta + \frac{\partial \dot{x}}{\partial z} \zeta, \quad \text{stb.}$$

míg a második féle:

$$-\left(\frac{\partial \dot{x}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} + \frac{\partial \dot{z}}{\partial z}\right) \xi, \quad \text{stb.}$$

mint a nem merev testek, kinematikája tanúsítja. Elvégezvén a kivonásokat, az eredményes kifejezések könnyű szerrel vezethetők az imént följegyzett HERTZ-féle kiegészítések alakjára vagy fordítva.

A FOURIER-FÉLE MECHANIKAI ELV ALKALMAZÁ- SÁNAK ALGEBRAI ALAPJA.

FARKAS GYULA l. tagtól.

Már két közleményben következtettem ezt. Most ebben a harmadikban aránylag igen egyszerű módon teszem, a melynél egyszerűbbet találni aligha lehetséges, a mennyiben t. i. számon tartjuk, hogy akárhány egymástól független homogén, lineáris egyenlőtlenség rendelhető össze, mielőtt a vezérmennyiségek száma kettőnél nagyobb. Nem számol ezzel az eshetőséggel egy újabb időben közölt e tárgyú német dolgozat sem (HENNEBERG, Crelle Jour. 1894). Pedig leginkább ennek az általánosságnak a szempontjából hasznos az alkalmazás általános analitikai módszer.

Legyen

$$\begin{aligned} A_{11}u_1 + A_{12}u_2 + \cdots + A_{1n}u_n &\equiv \theta_1 \geq 0 \\ A_{21}u_1 + A_{22}u_2 + \cdots + A_{2n}u_n &\equiv \theta_2 \geq 0 \\ \vdots & \\ \vdots & \end{aligned} \quad (1)$$

egyenlőtlenségi rendszerünk, és ennek minden megoldásában teljesüljön :

$$A_1 u_1 + A_2 u_2 + \cdots + A_n u_n \equiv \vartheta \geq 0. \quad (2)$$

A FOURIER-féle mechanikai elv alkalmazásának algebrai alapját a következő tantétel képezi: mindig léteznek olyan nem negatív, az u vezérmennyiségektől független multiplierok λ , hogy

$$\vartheta \equiv \lambda_1 \theta_1 + \lambda_2 \theta_2 + \cdots \quad (3)$$

E tantétel lehető legegyszerűbb, egészen szigorú és teljes bebizonyítását szándékozom adni a következőkben.

★

A (2)-ben lévő A_n oefficiens legyen 0-tól különböző. Számítsuk ki a (2)-ből az u_n vezérmennyiséget, mint a többi u és mint ϑ függvényét, azután (1)-ben helyettesítsük mindenütt ezzel a függvényvel. Ez is megtörténvén, osszuk el az egyes egyenlőtlenségeket a ϑ bennük lévőoefficiensének abszolút értékével (a mennyiben az 0-tól különbözik). Az eljárás eredménye legyen:

$$\begin{aligned} \vartheta + p_1 &\equiv \theta_{p_1} \geq 0, & \vartheta + p_2 &\equiv \theta_{p_2} \geq 0, \dots \\ r_1 &\equiv \theta_{r_1} \geq 0, & r_2 &\equiv \theta_{r_2} \geq 0, \dots \\ -\vartheta + q_1 &\equiv \theta_{q_1} \geq 0, & -\vartheta + q_2 &\equiv \theta_{q_2} \geq 0, \dots \end{aligned} \quad (1)'$$

a hol $p_1, p_2, \dots, r_1, r_2, \dots, q_1, q_2, \dots$ az u_1, u_2, \dots, u_{n-1} vezérmennyiségek lineáris homogen, egész függvényeit jelentik.

A föltevés szerint e rendszernek minden megoldásában, azaz minden öt kielégítő $\vartheta, u_1, u_2, \dots, u_{n-1}$ értékrendszerben

$$\vartheta \geq 0. \quad (2)'$$

Az (1)' első sorában szükségképen létezik legalább egy egyenlőtlenség, mert ha az első sor nem léteznék, akkor lehetne $\vartheta < 0$.

Most az (1)' rendszer helyett egy mást írok fel, a mely abban különbözik ettől, hogy ennek a harmadik sora helyett oly egyenlőtlenségeket tartalmaz, a melyek (1)'-ből a ϑ eliminálásai által keletkeznek:

$$\begin{aligned} \vartheta + p_1 &\equiv \theta_{p_1} \geq 0, & \vartheta + p_2 &\equiv \theta_{p_2} \geq 0, \dots \\ r_1 &\equiv \theta_{r_1} \geq 0, & r_2 &\equiv \theta_{r_2} \geq 0, \dots \\ p_1 + q_1 &\equiv \theta_{p_1} + \theta_{q_1} \geq 0, & p_1 + q_2 &\equiv \theta_{p_1} + \theta_{q_2} \geq 0, \dots \\ p_2 + q_1 &\equiv \theta_{p_2} + \theta_{q_1} \geq 0, & p_2 + q_2 &\equiv \theta_{p_2} + \theta_{q_2} \geq 0, \dots \\ \cdot & & \cdot & \\ \cdot & & \cdot & \end{aligned} \quad (1)''$$

Ennek is minden megoldásában

$$\vartheta \geq 0. \quad (2)''$$

NÉHÁNY GÁZ HATÁSA A PHOTOGRAPHLEMEZRE.

LENGYEL BÉLA r. tagtól.

Mióta RÖNTGEN a róla megnevezett vagy tőle X-sugaraknak nevezett sugarakat fölfedezte, egymást érik a közlemények, melyek részint az X-sugár tulajdonságaival, részint pedig az X-sugarakhoz sok tekintetben hasonló, de azért ezektől mégis lényegesen eltérő sajátságú, láthatatlan sugarak leírásával foglalkoznak. E sugarak tanulmányozására az ád módot, hogy a photograph-lemez irántuk érzékeny lévén, a lemezzel constataálni lehet ilyenféle sugarak keletkezését.

A sok közül, a kik ez irányban munkálkodtak, különösen H. BECQUEREL említendő meg. Miután H. POINCARÉ valószínűnek mondotta, hogy a phosphorescentiás testek a látható sugarakon kívül láthatatlanokat, X-sugarakat lövelnek ki, s e feltevést CH. HENRY kísérletei * igazolni látszottak, BECQUEREL az uranvegyületeket tanulmányozta ez irányban s csakhamar fölfedezte, hogy e vegyületek sajátságos sugarakat lövelnek ki, melyek a fényre nézve átlátszatlan némely testeken keresztül hatolnak s melyek iránt a photograph-lemez érzékeny. Az elektroszkop töltését e sugarak is kisütik, úgy mint az X-sugarak, de ezektől mégis lényegesen különböznek. A BECQUEREL-féle sugarak a fényre nézve átlátszatlan testeken általában könnyebben áthatolnak, mint a RÖNTGEN-félék. A fémeket a kétféle sugárra nézve áteresztő képességük szerint egymás mellé sorozva, nem ugyanazon sorrend adódik ki. A BECQUEREL-féle sugarak polarizálhatók, míg a RÖNTGEN-félék nem.**

* Beibl. 20., 468. l. 1896.

** BECQUEREL idevonatkozó értekezéseit l. Compt. rend. CXXVI. k. 1896. és CXXVII. k.

Újabban G. C. SCHMIDT ¹ hasonló irányban a thorium vegyületeit vizsgálta meg és végeredményül azt találta, hogy a thoriumvegyületek hasonló sugarakat lövelnek ki, mint az uranvegyületek. E sugarak iránt is érzékeny a photographlemez; fémeken nem mennek keresztül; a levegőt elektromosság-vezetővé teszik. A thorium-sugarak törékenyek és valószínűleg szétszórta visszaverődnek, nem polarizálhatók és chemiai hatásokat nem idéznek elő.

SCHMIDT ugyanezen értekezésében még azt is megjegyzi, hogy a reten, terpentín, zink stb. kilövelte sugarak abban különböznek az uran- és thoriumsugaraktól, hogy a levegőt nem teszik vezetővé.

Úgy BECQUERELnek, mint SCHMIDTnek vizsgálataiból határozottan kitűnik, hogy az uran-, illetve thoriumvegyületek sajátosságos, láthatatlan sugarakat lövelnek ki, melyek iránt a photographlemez érzékeny. E testeken kívül azonban még nagyon sok más testre, fémekre, valamint szerves vegyületekre nézve is megállapították, hogy hasonló körülmények között, mint az N-, uran- és thoriumsugár, a photographlemezre hatnak. H. PELLAT ² a photographlemezekre hatásokat észlelt, ha azokra fémdarabkákat tett, úgy azonban, hogy ezek a lemezzel közvetlenül ne érintkezzenek. Ebből azt következtette, hogy a fémek közönséges hőmérsékleten is elpárologván, gőzeik hozzák létre e hatást. Miután BECQUEREL az uransugarakat megismertette, PELLAT nem tartotta kizártnak, hogy a tőle vizsgált fémek szintén ilyenféle sugarakat lövelnek ki. Leghatásosabbnak találta a magnesiumot, zinket és cadmiumot.

R. COLSON ³ a zinkkel, magnesiummal és cadmiummal hasonló eredményre jutott; ellenben ólom, ón, réz, vas és aluminium hatástalan volt.

G. LE BON ⁴ sugarakat vélt felfedezni, melyeket «fekete fény»-nek nevezett, mivel szerinte a nap fényében is előfordulnak, láthatatlanok, de az (közönséges fényre) átlátszatlan testeken áthatolnak és a photographlemezre hatnak. G. H. NIEWENGLOWSKI ⁵ saját

¹ Annalen d. Phys. u. Chem. N. Folge Bd. LXV.

² Beiblätt. 20., 768. 1896.

³ Beibl. 20., 980. I. 1896.

⁴ Beibl. 20., 476. I. 1896.

⁵ U. o. 477. I.

kísérletei alapján CH. HENRY¹ nézetéhez csatlakozik, hogy phosphoreskáló testek oly sugarakat is lövelnek ki, melyek az X-sugarakhoz hasonlóak s LE BON eredményeit is ebből kell magyarázni. A. és G. LUMIÈRE² ismételték LE BON kísérleteit, de ha minden lehető tévedést elkerültek és teljesen fényzáró casettákat használtak, negatív eredményt kaptak. A. D'ARSONVAL³ ugyanazon eredményre jutott, mint LUMIÈRE.

MURAOKA és M. KASUYA⁴ a szentjános-bogár fényét vizsgálták s úgy találták, hogy ebben is vannak sugarak, melyek a fénymentesen elzárt photographlemezre hatnak; később reá jöttek, hogy a lemez egyébként egyenlő körülmények között bogár nélkül is megfeketedik. Megállapították, hogy gyanták, kávé, kámfor, thea, terpentín s még sok más test is hat a photographlemezre.

Hasonló tényeket constatal W. J. RUSSEL a *Chemical-News*-ben közzétett értekezésében (1898. LXXVII. p. 167.).⁵ Szerinte számos szerves vegyület hat a photographlemezre, még pedig oly módon, hogy azok elpárologván, gőzüik idézi elő a hatást. Ezt számos kísérlettel igazolja. Egészen azonos kísérleti berendezéssel vizsgálja a fémeket s úgy találja, hogy azok némelyike analog hatásokat hoz létre, mint a szerves vegyületek. A hasonlóság a szerves vegyületek és fémek okozta hatások között oly nagy, hogy szerző nem kételkedik a fémek közönséges hőmérsékleten való elpárolgásában, és a hatást ez esetben a fémgőzöknek tulajdonítja. Feltűnik azonban neki az, hogy a leghatásosabb fémek nem a legillóbbak s a higany általában hatástalan. A szerves vegyületekkel végzett kísérletsorozatból azt a tényt konstatálja, hogy a könnyen oxydálható vegyületek a hatásosak, míg azok, a melyek oxygent egykönnyen nem vesznek fel, hatástalanok.

Még több szerzőt is említhetnék fel, a kik hasonló irányban foglalkoztak és többé-kevésbbé hasonló eredményre jutottak; de

¹ U. o. 468. l.

² U. o. 479. l.

³ U. o. 480. l.

⁴ Ann. d. Phys. u. Chem. LXIV. 186.

⁵ Kivonatban Beibl. 1898. XXII. p. 450.

az idézett értekezésekből is határozottan kitűnik, hogy láthatatlan, a photographlemezre ható sugarak kilövelése csak az uran és thorium vegyületeire nézve tekinthető bizonyítottnak, mert e vegyületek valóban sugarakat lövelnek ki, a mennyiben ki van mutatva, hogy azok polározhatók, visszaverődnek és a levegőt electromos vezetővé teszik. E tulajdonságok közül egy sincs kimutatva azokra az állítólagos sugarakra, melyeket más fémek és számos szerves vegyület kilövelnek.

Engem az alább felsorolandó kísérletek megtételére az vezetett, hogy a fémcalciumot, melynek tanulmányozásában a tekintetes Akadémia anyagi támogatásban részesített, vizsgáltam meg, vajjon nem lövel-e ki az is olyan sugarakat, melyek iránt a photographlemez érzékeny? Fekete papirosba burkolt photographlemez érzékeny oldalára fényesre csiszolt calciumdarabot tettem, s hogy a calcium ne oxydálódhassék, a calciumot kis üveg-tölcsérral borítottam le, melynek csövén folytonos, lassú áramban gondosan megszáritott széndioxydot vezettem keresztül. Tíz óra lefolyása mulva a lemezt előhívóba tettem s csudálkozva tapasztaltam, hogy a lemez a tölsér alatt kerületének megfelelő területen megfeketedett s e fekete mező közepén, ott, a hol a calciumdarabka feküdt, a calciumdarab körvonalaínak megfelelően határolt fehér folt mutatkozott; ellenben a lemez az a része, melyet a tölsér nem fődött, nem változott meg. Előből világos, hogy a calcium nem hatott a lemezre, ellenben a széndioxyd hatni látszott, mert a lemez csak ott sötétedett meg, a hol széndioxyddal érintkezett. E jelenséget kétféle okból lehet magyarázni. Az egyik magyarázat az lehetne, hogy a tölsér előzőleg a nappali fénynek volt kitéve, s így talán huzamosabb ideig phosphoreskált, és ez a fény hatott a lemezre. Ennek a feltevésnek azonban ellentmond az, hogy a tölsérfődte hely megfeketedése a tölsér karimájának megfelelően *egészen élesen* volt határolva, már pedig ha a lemez megfeketedését phosphorescentiától származó fény okozta, akkor a tölséren *kívül*, legalább az üveg közvetlen szomszédságában is kellett volna a hatásnak mutatkozni, és így a fekete mező határának elmosódottnak kellett volna lennie. A másik magyarázat az lehet, hogy vagy a széndioxyd maga, vagy a benne foglalt csekély tisztátalanság (a széndioxyd márványból fejlődött), vagy végre a szén-

dioxydnak a fekete papírra való hatásától származó valamilyen termék okozta a lemez elváltozását.

Ha azt a nézetet fogadjuk el, hogy a széndioxyd okozta a hatást, akkor a priori kizártnak látszik, hogy ez esetben valamilyen láthatatlan sugarak játszanak szerepet, melyeket a gáz lövelne ki; ha a gázok általában a photographlemezre hatnak, akkor a hatás alig lehet más, mint chemiai hatás. Minthogy e kérdéssel tudtommal eddig nem foglalkoztak s a kérdés megoldása különben is eléggé érdekes: elhatároztam, hogy azt a hatást, melyet számos test gyakorol a photographlemezre és a melyet nagyobbára láthatatlan sugaraknak tulajdonítanak, tanulmányozom.

A következőkben előrebocsátom a végzett kísérleteket, melyek magától érthetőleg gondosan besötétített szobában végeztek.

1. Fekete papirosba burkolt érzékeny lemezre * tölcser^t borítottam s ennek csövén keresztül 17 óra hosszágig zinkkel kénsavból fejlesztett, rézsulfattal megtisztított és megszáritott hydrogent vezettem. A lemezen előhívás után a tölcser átmérőjének megfelelő fekete folt keletkezett.

2. Érzékeny lemezt üvegharang alá helyeztem, melynek nyílása tiszta, lepárolt vízzel volt elzárva. A lemez a víz szintje fölött egynehány centimeterre üvegháromláb^{on} állott. A lemez érzékeny felületére háromszögletű vékony csillámlemezt tettem. Az üvegharangot felső nyílásán alkalmazott csapos gázvezetőcsöveken megtisztított hydrogen^{nel} töltöttem meg s a csapokat elzárván, 10—12 óráig állani hagytam. A lemez kissé megszürkült, előhívásra erősen megfeketedett, de a csillámlemez helye fehér maradt. A csillámlemez helye azonban nem élesen határolt, hanem a feketedés a lemez széleitől befelé is terjed, de csakhamar elmosódottá lesz és csupán a lemez közepének megfelelő része fehér.

E kísérletekből az tűnik ki, hogy a száraz hydrogen kevésbé hat, mint a nedves, s hogy e hatás olyasféle, mint a fényé, a mennyiben a bromezüstöt a szokásos előhívókkal redukálhatóvá teszi; azonban a hatás úgy látszik a hydrogennek a bromezüsttel

* A kísérletekre kizárólag dr. Schleussner-féle lemezt használtam.

való érintkezésében, nem pedig sugarak kilövelésében áll. Erre vall az a körülmény, hogy a csillámlemez alatt is a csillámlemez széleleihez közel, a hová a hydrogen még behatolhatott, a hatás még mutatkozik, ellenben a csillámlemez középrésze alatt, a hová hydrogen már alig hatolhatott, az ezüstbromid nem redukálódott.

3. Ugyanazon készülékkel, mely a 2) alatti kísérletre szolgált, tiszta, nedves nitrogennel tettem kísérletet. Az érzékeny lemez 12 óra múlva előhíva gyengén, de észrevehetően megszőrkült s rajta a kísérlet alatt reá fektetett üveglemez meg nem szőrkült helye határozottan látható.

4. Az érzékeny lemezre vékony, mikroskophoz való fedő lemez volt fektetve s az egész 12 órán át száraz, tiszta nitrogenben állott. Az érzékeny lemezen előhívás után gyenge megszőrkülés és a fedőlemez meg nem ezüstölt helye volt látható.

5. Ugyanilyen kísérlet végeztetett tiszta, száraz athylemmel. Az érzékeny lemezen előhívás után erős szőrkülés mutatkozott, de a reája fektetett üveglemez helye változatlan maradt. Ez esetben is az mutatkozik, a mi hydrogennel végzett kísérlet alkalmával (2. sz. kísérlet), hogy t. i. az üveglemez helye nincs élesen határolva, hanem a szélektől befelé gyorsan elmosódó feketedés látszik.

6. Hasonló az eredmény methannal, csak az érzékeny lemez megszőrkülése nem olyan erős mint 5) alatt.

7. A kísérletet tiszta, száraz szénmonoxyddal végezve, igen erős képet kapunk. Az érzékeny lemez erősen megfeketedik, míg a reá helyezett üveglemez helye fehér marad befelé elmosódott szélekkel.

E kísérletek eredményeképen az tűnik ki, hogy azok a gázok, a melyek redukáló hatásuk, sokkalta erősebben hatnak az érzékeny photographlemezre, mint a közömbös széndioxyd és nitrogen. E jelenség ellenőrzése végett a kísérleteket tiszta oxygennel és nitrogenmonoxyddal ismételttem.

8. Érzékeny photographlemezre mikroskopi fedőlemezt tettem s az egészet tiszta, száraz oxygenben hagytam állani. A lemezen előhívás után nem mutatkozott semmi; sem a lemez nem szőrkült meg, sem a mikroskopi fedőlemez helye nem volt kivethető.

9. Ugyanilyen eredménynyel járt nitrogenmonoxyddal végzett kísérlet is.

E kísérleti eredményekből kiindulva fel kellett tennem, hogy a széndioxyd és nitrogen gyenge hatása is arra vezethető vissza, hogy e gázokban valamely redukáló testnek csekély nyoma lehetett jelen.

10. Ez okból a kísérletet széndioxyddal ismételttem. A széndioxyd most tiszta natriumhydrocarbonatból állítottatott elő, s miután vízzel telt mosópalaczkon keresztül ment, kisebb Pettenkofer-féle csövön vezettem keresztül, mely hígított kénsavval megsavanyított kaliumpermanganatoldatot tartalmazott. Az ekként előállított széndioxyd az érzékeny lemezre hatástalan volt.

11. Ugyanez volt az eredmény nitrogennel is, ha a nitrogen kaliumpermanganat savanyú oldatán ment keresztül.

A felsorolt kísérletekből határozottan kitűnik, hogy az érzékeny photographlemezre a redukáló gázok hatnak, míg a közömbösek, vagy éppen oxydálók, hatástalanok.

Most az a kérdés merül fel, vajjon a hatás közönséges értelemben veendő chemiai reductio-e, vagy pedig csak olyan, a melynél fogva az ezüstbromid a közönséges előhívókkal redukálhatóvá válik. A közönséges értelemben vett reductionnak ellentmond az, hogy az érzékeny lemez a gázok hatása alatt nem feketedik meg, hanem csak akkor, ha a lemezt előhívóba tesszük. Már pedig, ha a hatás abban állana, hogy a redukáló gáz az ezüstbromidból a bromot elvonja, akkor a lemeznek meg kellene feketednie; továbbá, ha a hatás közönséges chemiai reductio, akkor e redukáló gázokkal az érzékeny lemezre felvett képet épen úgy elő lehet híni, mint a szokásos redukáló folyadékokkal, az ú. n. előhívókkal. Ennek megvizsgálására a következő kísérletet végeztem.

12. Az érzékeny lemezre az intézet egyik ablakából való kilátást vettem fel. A lemez egy részét a közepén üveglappal fedtem le és 12 órán át nedves, tiszta hydrogen hatásának tettem ki. A lemezen ez idő lefolyása után sem mutatkozott a képnek semmi nyoma, s a lemezen általában semmi elváltozást sem lehetett (legalább a sötét szoba igen gyöngye vörös fényénél) látni. Ekkor a lemezt az ismeretes pyroelőhívóba tettem s ott néhány másodperc múlva a lemez az a része, mely üveglappal nem volt lefedve,

teljesen megfeketedett, a nélkül, hogy a képnek csak nyoma is látható lett volna rajta; ellenben ott, a hol a lemez üveglappal földve volt, a kép az ismert módon előjött. E kísérletből úgy látszik, mint ha a hydrogen is hasonló hatással lenne az érzékeny lemezre, mint a fény, a mennyiben a hydrogen is könnyen redukálhatóvá teszi a bromezüstöt. A tapasztalt jelenség egészen azonos azzal, mikor az érzékeny lemezre képet veszünk fel, azután a lemez érzékeny oldalának felét fénymentesen leföldjük s a másik felét megvilágítjuk. Az előhívóban az ilyen lemez épúgy viselkedik, mint az előbbi esetben, mert a megvilágított részen tudvalevőleg kép nem jön, hanem az egészen megfeketedik, a leföldött részen ellenben a kép előjön.

A milyen rejtélyes a fény hatása az érzékeny lemezre, épen olyan a hydrogené is. Mindamellet a hatással szoros kapcsolatban áll a fémeknek sokaktól megfigyelt hatása az érzékeny lemezre, mint ez alább felsorolandó kísérleteimből kitünik. H. PELLAT¹ néhány évvel ezelőtt észlelte, hogy különféle fémek az érzékeny photographlemezre hatnak, ha a fémeket a lemezzel szembeállítjuk. Akkor úgy vélekedett PELLAT, hogy a fémek közönséges hőmérsékleten is elpárolognak, s gőzük idézi elő a hatást, most azonban BECQUEREL fölfedezése nyomán hajlandó a hatást szintén sugaraknak tulajdonítani, melyeket a tőle megvizsgált fémek, úgy mint az uran, kilövelnek. R. COLSON² fémekkel végzett kísérletei alapján szintén azon a nézetten van, hogy a hatás az elpárolgó fémek gőzétől származik. Még mások is foglalkoztak e kérdéssel, a nélkül, hogy azt a megoldáshoz közelebb juttatták volna.

Miután a hydrogen hatását az érzékeny lemezre kétségen felül konstatáltam, nagyon közel esett a gondolat, hogy a fémek hatása voltaképen a hydrogen hatására vezethető vissza, mert tudvalevőleg a fémek legtöbbje nedves levegőben, kivált széndioxyd jelenlétében hydrogent fejleszthet. Hiszen ismeretes, hogy magnesiummal vagy zinkkel szénsavas vízből (szódavízből) hydrogen fejlődik. E feltevés megvizsgálása végett a következő kísérleteket végeztem. Mindenekelőtt ismételtam H. PELLAT kísérletét.

¹ Beiblätter 1896. 768. 1.

² U. o. 980. 1.

Fényesre csiszolt zinkdarabot 2-3 millimetryi távolságban érzékeny lemez elé helyeztem s 5—6 óráig a sötét szobában hagytam. Ekkor a lemezt pyrogallollal előhívtam s a lemezen a zinkfelületnek megfelelő alakú feketedést kaptam. A kísérletet ismételtem azzal a különbséggel, hogy a zink az érzékeny lemeztől most mintegy 4—5 cm. távolságban állott. A lemezen előhívásra elváltozás nem mutatkozott. E két kísérlettel eldöntöttnek lehet tekinteni azt, hogy a zink a lemezre ható sugarakat nem lövel ki, mert nem tehető fel, hogy a zinktől kilövelt sugarak 2-3 mm. légrétegen áthatolnak és elég intensív hatásúak, de 4-5 cm. légréteg őket már teljesen elnyeli. A lemezen észlelhető hatás tehát vagy valóban a zink elpárolgásától van, mint H. PELLAT véli, vagy a zinktől fejlesztett hydrogentől, mint én vélem. Ennek eldöntése végett a leírt kísérletet ismételtem. Ugyanazon, újból fényesre csiszolt zinkdarabot 2-3 mm.-nyire az érzékeny lemez fölé helyeztem (a zink és a lemez között megfelelő vastagságú két üvegszál volt). Az érzékeny lemez előzetesen üvegharang alatt phosphorpentoxyddal 24 óráig állott, hogy teljesen kiszáradjon. Az egészet üvegharang alá téve, a harangot száraz és széndioxydmentes levegővel töltöttem meg. Ily körülmények között 15—16 óra multán sem mutatkozik semmi hatás; ha ellenben a levegő nedves, de széndioxydmentes, akkor ugyanennyi idő alatt gyenge hatás észlelhető. Ha azonban a harangot vízgőzzel telített széndioxyddal töltjük meg, akkor feltűnő erős a hatás. A lemez a zinkfelület széleinek megfelelő helyen feketedett meg legerősebben s a zinkfelület szélein fehér, bazikus zinkcarbonat volt látható; tehát a hol a chemiai hatás legintensívebb volt, az ennek megfelelő helyeken a lemezre való hatás is legerősebb.

Az előbb leírt kísérletet a zinkkel ismételtem, t. i. a fényesre csiszolt zinkdarabot nedves széndioxydban hagytam hatni az érzékeny lemezre, úgy azonban, hogy most a zink nem 2—3 mm.-nyire, hanem 5 cm.-nyire volt a lemeztől. A lemezen semmi hatás sem mutatkozott, noha a zinken most is erős bazikus carbonatképződés volt látható.

A zink tehát nedves széndioxydban is csak akkor hat a lemezre, ha ahhoz elég közel van. Ez a körülmény is a mellett szól, hogy a hatás a hydrogentől van; t. i. a hydrogen csak akkor érint-

kezhetik a lemez érzékeny felületével, ha ahhoz elég közel keletkezik, ellenkező esetben diffusio útján csakhamar annyira higitatik, hogy az aránylag igen nagy gáztömegben elvész hatása az érzékeny lemezre.

Ha a zinket az érzékeny lemezre fektetjük, üvegszalakat tévén a zink és lemez közé s az egészet üvegharang alá állítjuk, melyben kis porcelláncsészében füstölgő sósav van: igen erős hatás áll elő.

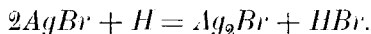
Hasonló kísérleteket végeztem cadmiummal, magnesiummal, aluminiummal, továbbá rézzel és higanynyal. A magnesium, cadmium és aluminium gondosan megszáritott széndioxydban nem hatnak a lemezre; igen erős azonban a hatás, ha nedvesség is van jelen. Réz és higany hatástalanok voltak, akár száraz, akár nedves széndioxyddal végeztem a kísérletet.

A higany hatástalannak bizonyult; ha azonban kevés zinket vagy natriumot tartalmaz: a hatás élénken mutatkozik.

Jól kiizzított palladium a photographlemezre hatástalan; de a hydrogennel telített erősen hat.

A hydrogenhez hasonló módon viselkednek más redukáló gázok és gőzök, a különbség csak az, hogy a hatás majd gyengébb, majd erősebb.

Hogy miben áll a hydrogen hatásának lényege, azt eddigelé nem sikerült felderítenem. Noha az ide vonatkozó kísérletek negativ eredményűek voltak, még sem tartom fölöslegesnek e kísérleteket is megemlíteni. Általánosan elfogadott hypothesis, hogy a fény hatása az ezüstbromidra abban áll, hogy az ezüstbromid ezüstsubbromiddá változik, a mely a szokásos előhívókkal könnyen redukálható. Ebből kiindulva, fel kellett tennem, hogy a hydrogen hatása a photographlemezre szintén abban áll, hogy az ezüstbromidot subbromiddá redukálja:



Az egyenlet helyességét kísérletileg kétféleképpen lehet vizsgálni: kimutatni, hogy tényleg bromhydrogen képződik, vagy megmérni, hogy a gelatinos bromezüst el nyel-e számbavehető hydrogent. Az utóbbi módszer jobbnak ígérkezett, mert az elnyelt hydrogen és redukált ezüst között esetleg viszonyosság mutatkozik

hatik. Kis tekére capillaris cső volt forrasztva és az utóbbi millimeterosztályzattal ellátva. A készülék pontosan ki van köbözve; összes térfogata $39\cdot31$ cm³ s a capillárison még $0\cdot002$ cm³ leolvasható. A tekébe pár csepp vizet és néhány gr.-nyi bromezüstgelatint tettem, melyet Schleussner-féle lemezről kapartam le. A készüléket tiszta hydrogennel megtöltve, a tekén a gázvezető csövet leforrasztottam, a capillaris cső nyílását pedig higany alá mártottam. Mindez a sötét szobában vörös lámpafénynél történt. A készülék, melynek a bromezüstgelatint tartalmazó része fekete ruhával fénymentesen be volt burkolva, a sötét szobában több napig állott s a higany állása naponkint vörös fény mellett leolvastatott. A kísérleti adatok ezek:

I.

leolvasott térfogat V_1	hőmérsék t	nyomás P_1	tral. térfogat V_0
39·14	25·2	729·21	34·495 cm ³
39·112	24·9	720·62	34·405 "
39·02	24·2	732·58	34·54 "
38·964	23·9	732·98	34·54 "
39·92	24·2	733·58	34·54 "

II.

39·11	26·1	732	34·37 "
39·05	25·2	731	34·37 "
39·06	25·3	731	34·38 "

Ha felteszszük, hogy a hydrogen valóban ezüstsubbromidot keletkeztet és ez az, a mit az előhívók redukálnak, akkor 1 mgr. redukált ezüstre $0\cdot05$ cm³ hydrogen esik. Meghatároztam a fenti egyik kísérletre használt bromezüstgelatinban az előhívótól redukált ezüstmennyiséget oly módon, hogy a gelatint pohárba téve, a szokásos módon pyrogallol előhívóval a sötét szobában előhittam, azután vízzel kimostam és natriumthiosulfattal, melyet 4—5-ször megújítottam, fixáltam. Ily módon a redukálatlan ezüstbromid eltávolíttatván, a gelatint tiszta vízzel többszörösen kiáztattam s

végre forró vízben oldva, az oldatot az ezüstről leszűrtem, ez utóbbit jól kimosva, királyvízzel és kaliumehlorattal ezüstehloriddá alakítva megmértem. A chlorezüst súlyából a redukált ezüst súlya 0.0112 gr.-nak adódik ki. Ennek megfelelne 0.58 cm³ hydrogen. Látható, hogy ez sokkalta nagyobb mennyiség, semhogy a hydrogen {térfogatának a fenti kísérletekben történt meghatározásánál a figyelmet elkerülhette volna. A bromezüstgelatin tehát a hydrogent nem nyeli el oly mértékben, hogy abból a bromezüst reductioját lehetne következtetni. Ezt a tényt az is bizonyítja, hogy nem sikerült a bromezüstgelatin és hydrogen egymásra való hatásakor bromhydrogen képződését konstatálni, noha ilyen irányban is számos kísérletet végeztem, még pedig különböző feltételek mellett.

Az ezüstsubbromid képződésére irányított kísérletek sem adtak biztos eredményt. Hevenyében előállított tiszta ezüstbromidot ezüstoxydammonia oldatával állani hagytam. A bromezüst nem változott meg s pyroelőhivóval nem redukálódott; ellenben a bromezüstgelatin ezüstoxydammoniakoldatban áztatva, pyroelőhivóval redukálódik. Úgy látszik tehát, hogy a bromezüst a gelatinban más alakban van jelen, mint a minő a lecsapott brom-ezüsté.

A hydrogen hatása a bromezüstgelatinra, úgy mint a fényé is, továbbra is rejtély marad, melynek magyarázatára többé-kevésbé elfogadható hypothesiseket vagyunk kénytelenek felállítani.

Vizsgálódásaimnak eredménye a következőkben foglalható össze :

A redukáló gázok a bromezüstgelatinra hasonló módon hatnak, mint a fény, a mennyiben a bromezüstöt a szokásos előhívókkal redukálhatóvá teszik.

A fémek, a melyek a bromezüstgelatinra hatnak, olyanok, a melyek hígított és gyenge savakkal hydrogent fejlesztenek. E fémek hatása a photographlemezre abban áll, hogy a levegő nedvességéből hydrogent fejlesztenek és ez idézi elő a hatást, nem pedig fémgőz vagy éppen ismeretlen sugarak. Ha a hydrogen fejlődésére szükséges feltételek hiányoznak, akkor a hatás sem áll elő. Ez alól kivételt tesznek az uran- és thoriumvegyületek, melyekre

nézve BECQUEREL, illetve SCHMIDT kimutatták, hogy sugarakat lövelnek ki.

Végül megemlítendő, hogy a kísérletek végzésében dr. ERNYEI Ödön úr volt szíves segédkezni, a miért neki e helyen is köszönetet mondok.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898. október 17.-én tartott üléséből.)

INDUKÁLT LINEÁR HELYETTESÍTÉSEK.

RADOS GUSZTÁV 1. tagtól.

Ha valamely k határozatlant tartalmazó n -edfokú algebrai alakra lineár helyettesítést alkalmazunk, akkor — miként ismeretes — a transformált alak együtthatói az eredeti alak együtthatóinak oly lineár kifejezései, a melyekben a coefficiensek az alkalmazott lineár helyettesítés együtthatóinak n -edfokú homogen függvényei. Legyen

$$f = \mu_0 u_0 p_0 + \mu_1 u_1 p_1 + \dots + \mu_{r-1} u_{r-1} p_{r-1}$$

az

$$x_1, x_2, \dots, x_k$$

határozatlanoknak valamely n -edfokú algebrai alakja, a melyben

$$\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_{r-1}$$

tetszőleges számbeli együtthatókat,

$$u_0, u_1, \dots, u_{r-1}$$

literalis együtthatókat,

$$p_0, p_1, \dots, p_{r-1}$$

az összes egymástól különböző

$$x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2}, \dots, x_k^{\alpha_k}$$

$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_k = n)$$

hatványszorzatokat és végül ν a

$$\nu = \binom{n+k-1}{n} = \frac{(n+k-1)(n+k-2) \dots (k+1)k}{1 \cdot 2 \dots (n-1)n}$$

binomiális együtthatót jelentik. Ha f -re az

$$x_i = a_{i1}!f_1 + a_{i2}!f_2 + \cdots + a_{ik}!f_k \quad (S)$$

$(i=1, 2, \dots, k)$

lineár helyettesítést alkalmazzuk, a

$$F = \mu_0 U_0 P_0 + \mu_1 U_1 P_1 + \cdots + \mu_{v-1} U_{v-1} P_{v-1}$$

transformált alakot kapjuk, a melyben

$$U_0, U_1, \dots, U_{v-1}$$

a transformált literális együtthatókat,

$$P_0, P_1, \dots, P_{v-1}$$

pedig az összes különböző

$$f_1^{a_1}, f_2^{a_2}, \dots, f_k^{a_k}$$

$(a_1 + a_2 + \dots + a_k = n)$

hatványszorzatokat jelentik. E transformált alak együtthatói az eredeti alak együtthatóival a következő egyenletek szerint függnek össze

$$U_g = r_{g0}u_0 + r_{g1}u_1 + \cdots + r_{gv-1}u_{v-1} \quad I_n(S)$$

$(g=0, 1, 2, \dots, v-1; \quad v = \binom{n+k-1}{n})$

a melyekben az

$$r_{gh}$$

$(g, h=0, 1, 2, \dots, v-1)$

együtthatók az

$$a_{ij}$$

$(i, j=1, 2, \dots, k)$

együtthatóknak n -edfokú homegen egész függvényei.

A mint tehát látni való, az x határozatlanokra vonatkozó (S) helyettesítés maga után vonja, mintegy indukálja az u határozatlanok közt létesülő $I_n(S)$ helyettesítést. Azért igen találónak kell mondanunk SYLVESTER* terminológiáját, a melynek értel-

* L. SYLVESTERnek a Crelle Journal 85. kötetében megjelent «Sur les actions mutuelles des formes invariantives dérivées» című érteke. 90. l.

mében az (S) helyettesítést *inductor*-helyettesítésnek, az $I_n(S)$ -et pedig az (S) n -edfokú *indukált* helyettesítésének nevezzük.

Ez indukált helyettesítések nemcsak elvi fontosságuknál fogva, hanem mélyreható alkalmazásai révén is az invariáns-elmélet modern tárgyalásában mind jobban előtérbe lépnek. Annál nevezetesebb, hogy SYLVESTER, LE PAIGE,* STUDY,** és HURWITZ*** értekezéseiben, a melyek az idevonatkozó irodalmat teljesen felölelik, az indukált helyettesítéseknek mintegy csak külső tulajdonságait találjuk ismertetve, míg a szerkezetükből folyó tulajdonságaik iránt homályban maradunk. Ez a körülmény indított engem arra, hogy az indukált helyettesítések elméletét tanulmányozás tárgyává tegyem s legyen szabad az ez irányban folytatott tanulmányaim első eredményét a jelen dolgozatban közölnöm.

Az (S) inductor-helyettesítés leglényegesebb tulajdonságai a

$$\varphi_k(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} - \lambda & a_{22} - \lambda & \dots & a_{2k} \\ . & . & \dots & . \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

karakterisztikus egyenletének alakában nyilvánulnak; úgyszintén az $I_n(S)$ indukált helyettesítés főtulajdonságai a

$$\phi_{kn}(\mu) \equiv \begin{vmatrix} r_{00} - \mu & r_{10} & \dots & r_{1v-1} \\ r_{01} & r_{11} - \mu & \dots & r_{2v-1} \\ . & . & \dots & . \\ r_{v-11} & r_{v-12} & \dots & r_{v-1, v-1} - \mu \end{vmatrix} = 0$$

karakterisztikus egyenletéből folynak. Kérdés: *minő kapcsolat áll fenn az inductor- és az indukált helyettesítés karakterisztikus egyenlete között?*

Erre a kérdéstételre kívánok a jelen dolgozatomban megfelelni. A választ a következő tétel szolgáltatja:

* Sur une propriété des formes algébriques préparées. Math. Annalen XV. k. 206. l.

** «Methoden der Theorie der ternären Formen» című könyvében 36. l.

*** «Zur Invariantentheorie» című értek. Math. Annalen 45. k. 380. l.

Ha az (S) inductor-helyettesítés karakterisztikus egyenleteinek, a $\varphi_k(\lambda)=0$ egyenletnek, gyökei

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$$

akkor az $I_n(S)$ n -alfokú indukált helyettesítés karakterisztikus egyenletének, a $\Phi_{kn}(\mu)=0$ egyenletnek összes gyökeit megkapjuk, ha a

$$\mu_{i_1 i_2 \dots i_n} = \lambda_{i_1} \lambda_{i_2} \dots \lambda_{i_n}$$

szorzatban az

$$i_1 i_2, \dots, i_n$$

index-combinatio helyébe az

$$1, 2, 3, \dots, k$$

elemeknek összes ismétléssel való combinatioit helyettesítjük.

Így például, ha az

$$x_1 = a_1 y_1 + \beta_1 y_2 + \gamma_1 y_3$$

$$x_2 = a_2 y_1 + \beta_2 y_2 + \gamma_2 y_3$$

$$x_3 = a_3 y_1 + \beta_3 y_2 + \gamma_3 y_3$$

ternár lineár helyettesítés karakterisztikus egyenletének gyökei:

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3,$$

akkor másodfokú indukált helyettesítését az

$$U_0 = a_1^2 u_0 + \beta_1^2 u_1 + a_3^2 u_2 + 2a_1 a_2 u_3 + 2a_1 a_3 u_4 + 2a_2 a_3 u_5$$

$$U_1 = \beta_1^2 u_0 + \beta_2^2 u_1 + \beta_3^2 u_2 + 2\beta_1 \beta_2 u_3 + 2\beta_1 \beta_3 u_4 + 2\beta_2 \beta_3 u_5$$

$$U_2 = \gamma_1^2 u_0 + \gamma_2^2 u_1 + \gamma_3^2 u_2 + 2\gamma_1 \gamma_2 u_3 + 2\gamma_1 \gamma_3 u_4 + 2\gamma_2 \gamma_3 u_5$$

$$U_3 = a_1 \beta_1 u_0 + a_2 \beta_2 u_1 + a_3 \beta_3 u_2 + (a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1) u_3 + (a_1 \beta_3 + a_3 \beta_1) u_4 + (a_2 \beta_3 + a_3 \beta_2) u_5$$

$$U_4 = a_1 \gamma_1 u_0 + a_2 \gamma_2 u_1 + a_3 \gamma_3 u_2 + (a_1 \gamma_2 + a_2 \gamma_1) u_3 + (a_1 \gamma_3 + a_3 \gamma_1) u_4 + (a_2 \gamma_3 + a_3 \gamma_2) u_5$$

$$U_5 = \beta_1 \gamma_1 u_0 + \beta_2 \gamma_2 u_1 + \beta_3 \gamma_3 u_2 + (\beta_1 \gamma_2 + \beta_2 \gamma_1) u_3 + (\beta_1 \gamma_3 + \beta_3 \gamma_1) u_4 + (\beta_2 \gamma_3 + \beta_3 \gamma_2) u_5$$

egyenletrendszer fejezi ki és ez utóbbi karakterisztikus egyenletének gyökei a fent kimondott tétel szerint:

$$\lambda_1^2, \lambda_2^2, \lambda_3^2, \lambda_1\lambda_2, \lambda_1\lambda_3, \lambda_2\lambda_3.$$

Jelen közleményemben e főtétel bebizonyításán kívül ennek még csak egy alkalmazását óhajtom bemutatni. Ez az alkalmazás amaz összefüggés kiderítésére vonatkozik, a mely az eredeti és indukált helyettesítés determinánsa között fennáll. Ez az összefüggés felette egyszerű, a mennyiben *valamely k -dimenziós lineár helyettesítés n -edfokú indukált helyettesítésének determinánsa mindenkor az eredeti helyettesítés determinánsának $\binom{n+k-1}{k-1}$ -ik hatványa.*

Egyéb alkalmazásokra, valamint az indukált helyettesítés karakterisztikus egyenletének algebrai szerkezetére vonatkozó tanulmányaim eredményeinek közzétételére már legközelebbi közleményemben remélek visszatérhetni.

1. Másodfokú indukált helyettesítések.

Hogy a tárgyalást konkrét esethez fűzhessem, de főképen azért, hogy a jelölések bonyolódottsága a gondolatmenet egyszerűségét el ne homályosítsa, a következőkben mindenütt binár helyettesítés indukált helyettesítéseinek fejtegetésére szorítkozom; de hangsúlyozom egyszersmind azt a körülményt, hogy a bemutatott tárgyalások szóról-szóra akárhány dimenziós helyettesítésekre is átvihetők.

Legyen az alapul fektetett binár inductor-helyettesítés

$$\begin{aligned} x_1 &= a_1y_1 + \beta_1y_2 \\ x_2 &= a_2y_1 + \beta_2y_2; \end{aligned} \tag{S}$$

ha ezt az

$$f = u_0x_1^2 + 2u_1x_1x_2 + u_2x_2^2$$

másodfokú alakra alkalmazzuk, legyen a transformált alak

$$F = U_0y_1^2 + 2U_1y_1y_2 + U_2y_2^2;$$

ennek együtthatói az f együtthatói segítségével következőképen fejezhetők ki:

$$\begin{aligned} U_0 &= a_1^2 u_0 + 2a_1 a_2 u_1 + a_2^2 u_2 \\ U_1 &= a_1 \beta_1 u_0 + (a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1) u_1 + a_2 \beta_2 u_2 \\ U_2 &= \beta_1^2 u_0 + 2\beta_1 \beta_2 u_1 + \beta_2^2 u_2; \end{aligned} \quad I_2(S)$$

e lineár egyenletek alkotta rendszer szolgáltatja (S) -nek másodfokú indukált helyettesítését $I_2(S)$ -et.

Legyenek továbbá az (S) helyettesítés karakterisztikus egyenletének, a

$$\varphi_2(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} a_1 - \lambda & \beta_1 \\ \beta_1 & \beta_2 - \lambda \end{vmatrix} = 0,$$

egyenletnek gyökei

$$\lambda_1, \lambda_2,$$

akkor bebizonyítandó, hogy az $I_2(S)$ indukált helyettesítés karakterisztikus egyenletének, a

$$\Phi_{22}(\mu) \equiv \begin{vmatrix} a_1^2 - \mu & 2a_1 a_2 & a_2^2 \\ a_1 \beta_1 & a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1 - \mu & a_2 \beta_1 \\ \beta_1^2 & 2\beta_1 \beta_2 & \beta_2^2 - \mu \end{vmatrix} = 0$$

egyenletnek gyökei

$$\lambda_1^2, \lambda_1 \lambda_2, \lambda_2^2.$$

E tétel bebizonyítása céljából még az (S) helyettesítés kettős elemeit (fix elemeit) is belevonjuk a tárgyalásba. Legyenek e kettős elemek koordinátái

$$\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2,$$

akkor

$$\begin{aligned} \lambda_1 \xi_1 &= a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2 & \lambda_2 \eta_1 &= a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2 \\ \lambda_2 \xi_2 &= a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2 & \lambda_2 \eta_2 &= a_2 \eta_1 + \beta_1 \eta_2. \end{aligned} \quad (I)$$

Most már könnyű szerrel kimutathatjuk, hogy a

$$\begin{aligned} \lambda_1 \xi_1^2, & \quad \lambda_1^2 (2\xi_1 \xi_2), & \quad \lambda_1^2 \xi_2^2; \\ \lambda_1 \lambda_2 \xi_1 \eta_1, & \quad \lambda_1 \lambda_2 (\xi_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1), & \quad \lambda_1 \lambda_2 \xi_2 \eta_2; \\ \lambda_2^2 \eta_1^2, & \quad \lambda_2^2 (2\eta_1 \eta_2), & \quad \lambda_2^2 \eta_2^2; \end{aligned}$$

táblázatban foglalt sorok oly értékrendszereket képviselnek, a melyek az $I_2(S)$ helyettesítés transponált helyettesítésével cogrediens módon transformálódnak.

Ugyanis (I) értelmében

$$\begin{aligned}\lambda_1^2 \xi_1^2 &= (\lambda_1 \xi_1)^2 = (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)^2 \\ \lambda_1^2 (2\xi_1 \xi_2) &= 2(\lambda_1 \xi_1)(\lambda_1 \xi_2) = 2(a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)(a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) \\ \lambda_1^2 \xi_2^2 &= (\lambda_2 \xi_2)^2 = (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2)^2,\end{aligned}$$

ha pedig e kifejezéseket rendezzük, lesz:

$$\begin{aligned}\lambda_1^2 \xi_1^2 &= a_1^2 \xi_1^2 + a_1 \beta_1 (2\xi_1 \xi_2) + \beta_1^2 \xi_2^2 \\ \lambda_1^2 (2\xi_1 \xi_2) &= 2a_1 a_2 \xi_1^2 + (a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1) (2\xi_1 \xi_2) + 2\beta_1 \beta_2 \xi_2^2 \\ \lambda_1^2 \xi_2^2 &= a_2^2 \xi_1^2 + a_2 \beta_2 (2\xi_1 \xi_2) + \beta_2^2 \xi_2^2,\end{aligned}$$

de ezek az egyenletek mutatják, hogy $\mu = \lambda_1^2$ a $\Phi_{22}(\mu) = 0$ egyenletnek gyöke. Hasonlóképen

$$\begin{aligned}\lambda_1 \lambda_2 \xi_1 \eta_1 &= (\lambda_1 \xi_1)(\lambda_2 \eta_1) = (a_1 \xi_1 + \beta_1 \eta_1)(a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) \\ \lambda_1 \lambda_2 (\xi_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1) &= (\lambda_1 \xi_1)(\lambda_2 \eta_2) + (\lambda_1 \xi_2)(\lambda_2 \eta_1) = \\ &= (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)(a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) + (a_2 \xi_1 + \beta_2 \eta_1)(a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) \\ \lambda_1 \lambda_2 \xi_2 \eta_2 &= (\lambda_1 \xi_2)(\lambda_2 \eta_2) = (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2)(a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2),\end{aligned}$$

vagy ha ismét rendezünk, lesz:

$$\begin{aligned}\lambda_1 \lambda_2 \xi_1 \eta_1 &= a_1^2 \xi_1 \eta_1 + a_1 \beta_1 (\xi_2 \eta_2 + \xi_2 \eta_1) + \beta_1^2 \xi_2 \eta_2 \\ \lambda_1 \lambda_2 (\xi_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1) &= 2a_1 a_2 \xi_1 \eta_1 + (a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1) (\xi_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1) + 2\beta_1 \beta_2 \xi_2 \eta_2 \\ \lambda_1 \lambda_2 \xi_2 \eta_2 &= a_2^2 \xi_1 \eta_1 + a_2 \beta_2 (\xi_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1) + \beta_2^2 \xi_2 \eta_2,\end{aligned}$$

úgy hogy $\mu = \lambda_1 \lambda_2$ szintén kielégíti a $\Phi_{22}(\mu) = 0$ egyenletet.

Végül

$$\begin{aligned}\lambda_2^2 \eta_1^2 &= (\lambda_2 \eta_1)^2 = (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2)^2 \\ \lambda_2^2 (2\eta_1 \eta_2) &= 2(\lambda_2 \eta_1)(\lambda_2 \eta_2) = (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2)(a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) \\ \lambda_2^2 \eta_2^2 &= (\lambda_2 \eta_2)^2 = (a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2)^2,\end{aligned}$$

vagy ha ismét rendezünk, a

$$\begin{aligned}\lambda_2^2 \eta_1^2 &= a_1^2 \eta_1^2 + a_1 \beta_1 (2\eta_1 \eta_2) + \beta_1^2 \eta_2^2 \\ \lambda_2^2 (2\eta_1 \eta_2) &= 2a_1 a_2 \eta_1^2 + (a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1) (2\eta_1 \eta_2) + 2\beta_1 \beta_2 \eta_2^2 \\ \lambda_2^2 \eta_2^2 &= a_2^2 \eta_1^2 + a_2 \beta_2 (2\eta_1 \eta_2) + \beta_2^2 \eta_2^2\end{aligned}$$

egyenleteket kapjuk, a melyeknek következtében a $\mu = \lambda_2^2$ is $\Phi_{22}(\mu) = 0$ egyenletnek gyöke.

De ezzel tételünk a másodfokú indukált helyettesítésekre vonatkozólag teljesen be van bizonyítva.

E tárgyalás mellékeredménye gyanánt felemlítjük, hogy a

$$\begin{array}{ccc} \xi_2^2, & 2\xi_1\xi_2, & \xi_2^2; \\ \xi_1\eta_1, & \xi_1\eta_2 + \xi_2\eta_1, & \eta_2\eta_2; \\ \eta_1^2, & 2\eta_1\eta_2, & \eta_2^2 \end{array}$$

értékrendszerek az $I_2(S)$ transponált helyettesítésének kettős elemeit szolgáltatják.

2. Harmadfokú indukált helyettesítések.

Ha ismét a binár S inductor-helyettesítést fektetjük alapul és ezt az

$$f = u_0x_1^3 + 3u_1x_1^2x_2 + 3u_2x_1x_2^2 + u_3x_2^3$$

harmadfokú alakra alkalmazzuk, akkor a

$$F = U_0y_1^3 + 3U_1y_1^2y_2 + 3U_2y_1y_2^2 + U_3y_2^3$$

transzformált alak együtthatói a

$$\begin{array}{llll} U_0 = a_1^3 & u_0 + 3a_1^2a_2 & u_1 + 3a_1a_2^2 & u_2 + a_2^3 & u_3 \\ U_1 = a_1^2\beta_1 & u_0 + (2a_1a_2\beta_1 + a_1^2\beta_2) & u_1 + (2a_1a_2\beta_2 + a_2^2\beta_1) & u_2 + a_2^2\beta_2 & u_3 \\ U_2 = a_1\beta_1^2 & u_0 + (2a_1\beta_1\beta_2 + a_2\beta_1^2) & u_1 + (2a_2\beta_1\beta_2 + a_1\beta_2^2) & u_2 + a_2\beta_2^2 & u_3 \\ U_3 = \beta_1^3 & u_0 + 3\beta_1^2\beta_2 & u_1 + 3\beta_1\beta_2^2 & u_2 + \beta_2^3 & u_3 \end{array} I_3(S)$$

egyenletek segítségével állíthatók elő, a melyeknek rendszere ismét az (S) indukált helyettesítését, a $I_3(S)$ -et szolgáltatja.

Itt ismét bebizonyítandó, hogy ha az (S) helyettesítés karakterisztikus egyenlet gyökei

$$\lambda_1, \quad \lambda_2,$$

akkor az $I_2(S)$ helyettesítés karakterisztikus egyenletének, a $\phi_{23}=0$ egyenletnek gyökei

$$\lambda_1^3, \quad \lambda_1^2\lambda_2, \quad \lambda_1\lambda_2^2, \quad \lambda_2^3.$$

E tétel bebizonyításánál ismét fel fogjuk használni az (S)

helyettesítés kettős elemeit. Az írás egyszerűsítése végett hozzuk be a következő rövidített jelöléseket:

$$\begin{aligned} \xi_1^3 &= R_{00}, \quad 3\xi_1^2\xi_2 &= R_{01}, \quad 3\xi_1\xi_2^2 &= R_{02}, \quad \xi_2^3 &= R_{03} \\ \xi_1^2\eta_1 &= R_{10}, \quad 2\xi_1\xi_2\eta_1 + \xi_1^2\eta_2 &= R_{11}, \quad 2\xi_1\xi_2\eta_2 + \xi_2^2\eta_1 &= R_{12}, \quad \xi_2^2\eta_2 &= R_{13} \\ \xi_1\eta_1^2 &= R_{20}, \quad 3\xi_1\eta_1\eta_2 + \xi_2\eta_1^2 &= R_{21}, \quad 2\xi_2\eta_1\eta_2 + \xi_1\eta_2^2 &= R_{22}, \quad \xi_2\eta_2^2 &= R_{23} \\ \eta_1^3 &= R_{30}, \quad 3\eta_1^2\eta_2 &= R_{31}, \quad 3\eta_1\eta_2^2 &= R_{32}, \quad \eta_2^3 &= R_{33}, \end{aligned} \quad (\text{II})$$

továbbá

$$\begin{aligned} a_1^3 &= r_{00}, \quad 3a_1^2a_2 &= r_{01}, \quad 3a_1a_2^2 &= r_{02}, \quad a_2^3 &= r_{03} \\ a_1^2\beta_1 &= r_{10}, \quad 2a_1a_2\beta_1 + a_1^2\beta_2 &= r_{11}, \quad 2a_1a_2\beta_2 + a_2^2\beta_1 &= r_{12}, \quad a_2^2\beta_2 &= r_{13} \\ a_1\beta_1^2 &= r_{20}, \quad 2a_1\beta_1\beta_2 + a_2\beta_1^2 &= r_{21}, \quad 2a_2\beta_1\beta_2 + a_1\beta_2^2 &= r_{22}, \quad a_2\beta_2^2 &= r_{23} \\ \beta_1^3 &= r_{30}, \quad 3\beta_1^2\beta_2 &= r_{31}, \quad 3\beta_1\beta_2^2 &= r_{32}, \quad \beta_2^3 &= r_{33}.^* \end{aligned} \quad (\text{III})$$

Most ismét kimutathatjuk, hogy az

$$\lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 0}, \quad \lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 1}, \quad \lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 2}, \quad \lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 3} \\ (\alpha=0, 1, 2, 3)$$

sorokban foglalt értékrendszerek az $I_3(S)$ transponált helyettesítésével cogrediens módon transformálódnak.

1. Ha $\alpha=0$, akkor a 1. cikk (I) alatti egyenleteinél fogva

$$\begin{aligned} \lambda_1^3 R_{00} &= \lambda_1^3 \xi_1^3 &= (\lambda_1 \xi_1)^3 &= (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)^3 \\ \lambda_1^3 R_{01} &= \lambda_1^3 (3\xi_1^2\xi_2) &= 3(\lambda_1 \xi_1)^2 (\lambda_1 \xi_2) &= 3(a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)^2 (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) \\ \lambda_1^3 R_{02} &= \lambda_1^3 (3\xi_1\xi_2^2) &= 3(\lambda_1 \xi_1) (\lambda_1 \xi_2)^2 &= 3(a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2) (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2)^2 \\ \lambda_1^3 R_{03} &= \lambda_1^3 \xi_2^3 &= (\lambda_2 \xi_2)^3 &= (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2)^3; \end{aligned}$$

* E rövidített jelöléssel élve az $I_3(S)$ helyettesítést a

$$U_\alpha = r_{\alpha 0} u_0 + r_{\alpha 1} u_1 + r_{\alpha 2} u_2 + r_{\alpha 3} u_3 \\ (\alpha=0, 1, 2, 3)$$

egyenletekkel fejezhetjük ki. A karakterisztikus egyenletét pedig a

$$\Phi_{23}(\mu) \equiv |r_{\alpha\beta} - \delta_{\alpha\beta}\mu| = 0 \\ (\alpha, \beta = 0, 1, 2, 3)$$

egyenlet adja, a melyben $\delta_{\alpha\beta}$ zérust vagy (1)-et jelent a szerint, a mint $\alpha \not\geq \beta$ vagy $\alpha = \beta$.

ha itt ismét a kijelölt műveleteket végrehajtjuk és kellően rendezünk, továbbá a (II) és (III) alatti rövidített jelölést használjuk, a

$$\begin{aligned}\lambda_1^3 R_{00} &= r_{00} R_{00} + r_{10} R_{01} + r_{20} R_{02} + r_{30} R_{03} \\ \lambda_1^3 R_{01} &= r_{01} R_{00} + r_{11} R_{01} + r_{21} R_{02} + r_{31} R_{03} \\ \lambda_1^3 R_{02} &= r_{02} R_{00} + r_{12} R_{01} + r_{22} R_{02} + r_{32} R_{03} \\ \lambda_1^3 R_{03} &= r_{03} R_{00} + r_{13} R_{01} + r_{23} R_{02} + r_{33} R_{03}\end{aligned}\quad (1)$$

egyenleteket kapjuk, a melyekből tüstént következik, hogy $\mu = \lambda_1^3$ a $\Phi_{23}(\mu) = 0$ egyenletnek gyöke.

2. Ha $a = 1$, akkor

$$\begin{aligned}\lambda_1^2 \lambda_2 R_{10} &= \lambda_1^2 \lambda_2 (\xi_1^2 \eta_1) = (\lambda_1 \xi_1)^2 (\lambda_2 \eta_1) = (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)^2 (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) \\ \lambda_1^2 \lambda_2 R_{11} &= \lambda_1^2 \lambda_2 (2 \xi_1 \xi_2 \eta_1 + \xi_1^2 \eta_2) = 2 (\lambda_1 \xi_1) (\lambda_1 \xi_2) (\lambda_2 \eta_1) + (\lambda_1 \xi_1)^2 (\lambda_2 \eta_2) = \\ &= 2 (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2) (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) + \\ &+ (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)^2 (a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) \\ \lambda_1^2 \lambda_2 R_{12} &= \lambda_1^2 \lambda_2 (2 \xi_1 \xi_2 \eta_2 + \xi_2^2 \eta_1) = 2 (\lambda_1 \xi_1) (\lambda_1 \xi_2) (\lambda_2 \eta_2) + (\lambda_1 \xi_2)^2 (\lambda_2 \eta_1) = \\ &= 2 (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2) (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) (a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) + \\ &+ (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2)^2 (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) \\ \lambda_1^2 \lambda_2 R_{13} &= \lambda_1^2 \lambda_2 \xi_1^2 \eta_2 = (\lambda_1 \xi_1)^2 (\lambda_2 \eta_2) = (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2)^2 (a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2);\end{aligned}$$

ha ismét a kijelölt műveleteket végrehajtjuk és rendezünk, a

$$\begin{aligned}\lambda_1^2 \lambda_2 R_{10} &= r_{00} R_{10} + r_{10} R_{11} + r_{20} R_{12} + r_{30} R_{13} \\ \lambda_1^2 \lambda_2 R_{11} &= r_{01} R_{10} + r_{11} R_{11} + r_{21} R_{12} + r_{31} R_{13} \\ \lambda_1^2 \lambda_2 R_{12} &= r_{02} R_{10} + r_{12} R_{11} + r_{22} R_{12} + r_{32} R_{13} \\ \lambda_1^2 \lambda_2 R_{13} &= r_{03} R_{10} + r_{13} R_{11} + r_{23} R_{12} + r_{33} R_{13}\end{aligned}\quad (2)$$

egyenlőségek rendszerét nyerjük, a melyből kitűnik, hogy $\mu = \lambda_1^2 \lambda_2$ a $\Phi_{23}(\mu) = 0$ egyenletet kielégíti.

3. Ha $a = 2$, akkor

$$\begin{aligned}\lambda_1 \lambda_2^2 R_{20} &= \lambda_1 \lambda_2^2 (\xi_1 \eta_1^2) = (\lambda_1 \xi_1) (\lambda_2 \eta_1)^2 = (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2) (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2)^2 \\ \lambda_1 \lambda_2^2 R_{21} &= \lambda_1 \lambda_2^2 (2 \xi_1 \eta_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1^2) = 2 (\lambda_1 \xi_1) (\lambda_2 \eta_1) (\lambda_2 \eta_2) + (\lambda_1 \xi_2) (\lambda_2 \eta_1)^2 = \\ &= 2 (a_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2) (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) (a_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) + \\ &+ (a_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) (a_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2)^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\lambda_1 \lambda_2^2 R_{22} &= \lambda_1 \lambda_2^2 (2 \xi_2 \eta_1 \eta_2 + \xi_1 \eta_2^2) = 2 (\lambda_1 \xi_2) (\lambda_2 \eta_1) (\lambda_2 \eta_2) + (\lambda_1 \xi_1) (\lambda_2 \eta_2)^2 = \\
&= 2 (\alpha_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) (\alpha_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) (\alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) + \\
&\quad + (\alpha_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2) (\alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2)^2 \\
\lambda_1 \lambda_2^2 R_{23} &= \lambda_1 \lambda_2^2 (\xi_2 \eta_2^2) = (\lambda_1 \xi_2) (\lambda_2 \eta_2)^2 = (\alpha_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2) (\alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2)^2;
\end{aligned}$$

ismét a rendezést elvégezvén, a

$$\begin{aligned}
\lambda_1^2 \lambda_2 R_{20} &= r_{00} R_{20} + r_{10} R_{21} + r_{20} R_{22} + r_{30} R_{23} \\
\lambda_1^2 \lambda_2 R_{21} &= r_{01} R_{20} + r_{11} R_{21} + r_{21} R_{22} + r_{31} R_{23} \\
\lambda_1^2 \lambda_2 R_{22} &= r_{02} R_{20} + r_{12} R_{21} + r_{22} R_{22} + r_{32} R_{23} \\
\lambda_1^2 \lambda_2 R_{23} &= r_{03} R_{20} + r_{13} R_{21} + r_{23} R_{22} + r_{33} R_{23}
\end{aligned} \tag{3}$$

egyenlőségeket kapjuk, a melyekből ismét kitűnik, hogy $\mu = \lambda_1 \lambda_2^2$ a $\phi_{23}(\mu) = 0$ egyenletnek gyöke.

4. Ha $\alpha = 3$, akkor

$$\begin{aligned}
\lambda_2^3 R_{30} &= \lambda_2^3 \eta_1^3 = (\lambda_2 \eta_1)^3 = (\alpha_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2)^3 \\
\lambda_2^3 R_{31} &= \lambda_2^3 (3 \eta_1^2 \eta_2) = 3 (\lambda_2 \eta_1)^2 (\lambda_2 \eta_2) = 3 (\alpha_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2)^2 (\alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2) \\
\lambda_2^3 R_{32} &= \lambda_2^3 (3 \eta_1 \eta_2^2) = 3 (\lambda_2 \eta_1) (\lambda_2 \eta_2)^2 = 3 (\alpha_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2) (\alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2)^2 \\
\lambda_2^3 R_{33} &= \lambda_2^3 \eta_2^3 = (\lambda_2 \eta_2)^3 = (\alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2)^3;
\end{aligned}$$

ismét rendezvén, a

$$\begin{aligned}
\lambda_2^3 R_{30} &= r_{00} R_{30} + r_{10} R_{31} + r_{20} R_{32} + r_{30} R_{33} \\
\lambda_2^3 R_{31} &= r_{01} R_{30} + r_{11} R_{31} + r_{21} R_{32} + r_{31} R_{33} \\
\lambda_2^3 R_{32} &= r_{02} R_{30} + r_{12} R_{31} + r_{22} R_{32} + r_{32} R_{33} \\
\lambda_2^3 R_{33} &= r_{03} R_{30} + r_{13} R_{31} + r_{23} R_{32} + r_{33} R_{33}
\end{aligned} \tag{4}$$

egyenlőségeket kapjuk, a melyek végül mutatják, hogy $\mu = \lambda_2^3$ a $\phi_{23}(\mu) = 0$ egyenletnek gyöke.

Ezzel tételünk a harmadfokú indukált helyettesítésekre vonatkozólag is teljesen be van bizonyítva.

Már az eddigi fejtegetések is eléggé mutatják, hogy a tárgyalás az indukált helyettesítés fokszámának növekedtével mind jobban bonyolódik; ez annyira megy, hogy az idáig követett úton továbbhaladva, a harmadiknál magasabbfokú indukált helyettesítések fejtegetésekor oly komplikált kifejezésekre jutunk, a melyek

hosszadalmasságuknál fogva már a felírásra sem alkalmasak. És mégis az eddigiek szolgáltatják az útmutatást arra nézve, hogy miképen kell a magasabb esetek tárgyalásában eljárunk. Az (1), (2), (3) és (4) egyenletrendszerek mindegyike egy egyetlen egyenlettel teljesen pótolható, ha az illető egyenletrendszerben foglalt egyenleteket határozatlan szorzókkal szorzás után összeadjuk és őket így egy egyetlen egyenletbe összefoglaljuk. Ez arra vezet bennünket, hogy az f alapalak polárisait is belevonjuk a tárgyalásba, a mely ezáltal, a mint a siker igazolni fogja, váratlanul egyszerűvé és átlátszóvá lesz.

3. n -edfokú indukált helyettesítések.

Mielőtt főtételünk általános bebizonyítására áttérnénk, a tárgyalás folytonossága érdekében kénytelen vagyok egy az f alapalak polárisaira vonatkozó, majdnem evidens, de bebizonyításunk céljaira mind a mellett fontos segédtevélt előre bocsátani. E tétel a következő:

A polárképzés és a változó sorokra alkalmazott cogrediens helyettesítések felcserélhető műveletek.

Legyen az

$$f \equiv u_0 x_1^n + \binom{n}{1} u_1 x_1^{n-1} x_2 + \cdots + \binom{n}{n} u_n x_2^n$$

n -edfokú algebrai alak symbolikus előállítására

$$f = (u_1 x_1 + u_2 x_2)^n = u_x^n,$$

úgy hogy az

$$u_k = u_1^{n-k} u_2^k \\ (k=0, 1, 2, \dots, n)$$

képletek szolgáltatják az u_k együtthatóknak az u_1 és u_2 symbolumok segítségével való előállításait.

Ha az f alakra az

$$\begin{aligned} x_1 &= \alpha_1 y_1 + \beta_1 y_2 \\ x_2 &= \alpha_2 y_1 + \beta_2 y_2 \end{aligned} \quad (S)$$

lineár helyettesítést alkalmazzuk, legyen a transformált alak

$$S(f)=F=U_0!y_1^n+\binom{n}{1}U_1!y_1^{n-1}!y_2+\cdots+\binom{n}{n}U_n,$$

vagy a symbolikus előállítást használva

$$S(f)=F=[a_1(a_1!y_1+\beta_1!y_2)+a_2(a_2!y_1+\beta_2!y_2)]^n=(a_\alpha!y_1+a_\beta!y_2)^n,$$

úgy hogy a transformált alak együtthatóit a

$$U_k=\alpha^{n-k}\alpha_\beta^k \\ (k=0, 1, 2, \dots, n)$$

egyenletek szolgáltatják. Ha tehát F symbolikus előállítása

$$F=(A_1!y_1+A_2!y_2)^n=A_y^n,$$

akkor

$$A_1=a_\alpha \\ A_2=a_\beta.$$

Legyen most már f -nek az

$$x_1, x_2; x'_1, x'_2$$

változó sorokra vonatkozó k -dik polárisa

$$\Pi_k(f)=\Pi_k(x_1, x_2; x'_1, x'_2),$$

akkor ismeretes, hogy

$$\Pi_k(f)=\Pi_k(x_1, x_2; x_1^1, x_2^1)=\alpha_x^{n-k}\alpha_{x'}^k;$$

ha ebben az (x_1, x_2) és (x'_1, x'_2) változó sorokra az (S) helyettesítést cogrediens módon alkalmazzuk, akkor az

$$\begin{aligned} S\Pi_k(f) &= [a_1(a_1!y_1+\beta_1!y_2)+a_2(a_2!y_1+\beta_2!y_2)]^{n-k} \\ &\quad \cdot [a_1(a_1!y'_1+\beta_1!y'_2)+a_2(a_2!y'_1+\beta_2!y'_2)]^k \\ &= (a_\alpha!y_1+a_\beta!y_2)^{n-k}(a_\alpha!y'_1+a_\beta!y'_2)^k = \\ &= (A_1!y_1+A_2!y_2)^{n-k}(A_1!y'_1+A_2!y'_2)^k = \\ &= A_y^{n-k}A_y^k=\Pi_k(F)=\Pi_k(S(f)) \end{aligned}$$

egyenlőségek révén bebizonyítandó segédételünk helyessége evidenciába lép.

Ezt előrebocsátva, térjünk most át főtételünk fogalmazására és bebizonyítására.

Az (S) helyettesítés n -edfokú indukált helyettesítését az

$$\begin{aligned} U_0 &= a_\alpha^n = \Pi_0(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \equiv r_{00}u_0 + r_{01}u_1 + \dots + r_{0n}u_n \\ U_1 &= a_\alpha^{n-1}a_\beta = \Pi_1(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \equiv r_{10}u_0 + r_{11}u_1 + \dots + r_{1n}u_n \\ &\vdots \\ U_n &= a_\beta^n = \Pi_n(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \equiv r_{n0}u_0 + r_{n1}u_1 + \dots + r_{nn}u_n \end{aligned} \quad I_n(S)$$

egyenletek rendszere képviseli, a melyekben az

$$r_{ij} = r_{ij}(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \\ (i, j=0, 1, 2, \dots, n)$$

együtthatók az a_1, a_2 együtthatóknak $(n-k)$ -adfokú, a β_1, β_2 együtthatóknak k -adfokú, és így az S együtthatóinak n -edfokú homogen egész kifejezései.

Bebizonyítandó tételünk a használt jelölésekben kifejezve most már a következő:

Ha az (S) helyettesítés karakterisztikus egyenletének, a

$$\varphi_2(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} a_1 - \lambda & \beta_1 \\ a_2 & \beta_2 - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

egyenletnek gyökei

$$\lambda_1, \lambda_2,$$

akkor az $I_n(S)$ n -edfokú indukált helyettesítés karakterisztikus egyenletének, az

$$\Phi_{2n} \equiv \begin{vmatrix} r_{00} - \mu & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} - \mu & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} - \mu \end{vmatrix} = 0$$

egyenletnek gyökei:

$$\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_1^{n-k}\lambda_2^k, \dots, \lambda_2^n.$$

A bebizonyítás céljára ismét fel fogjuk használni az (S) helyettesítés

$$\begin{aligned} &(\xi_1, \xi_2) \\ &(\eta_1, \eta_2) \end{aligned}$$

kettős elemeit, a melyek a

$$\begin{aligned}\lambda_1 \xi_1 &= \alpha_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2 & \lambda_2 \eta_1 &= \alpha_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2 \\ \lambda_1 \xi_2 &= \alpha_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2 & \lambda_2 \eta_2 &= \alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2\end{aligned}\quad (\text{I})$$

egyenletekből határozhatók meg.

E kettős elemekből mint változó sorokból alkossuk meg f -nek k -dik polárisát, $\Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2)$ -t. Ha az

$$r_{kl}(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = R_{kl} \\ (k, l=0, 1, 2, \dots, n)$$

rövidített jelölést használtuk, e k -dik poláris így írható:

$$\Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = \sum_{(k=0, 1, 2, \dots, n)}^{n-k} r_{ik}^k = R_{k0}u_0 + R_{k1}u_1 + \dots + R_{kn}u_n.$$

Képezzük most továbbá a

$$\lambda_1^{n-k} \lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) \\ (k=0, 1, \dots, n)$$

kifejezéseket; minthogy a k -dik poláris a ξ_1, ξ_2 változóknak $(n-k)$ -adfokú, az η_1, η_2 változóknak pedig k -adfokú homogen egész kifejezése

$$\lambda_1^{n-k} \lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = \Pi_k(\lambda_1 \xi_1, \lambda_1 \xi_2; \lambda_2 \eta_1, \lambda_2 \eta_2), \\ (k=0, 1, 2, \dots, n)$$

vagy ha az (I) alatti egyenleteket tekintetbe vesszük

$$\begin{aligned}& \lambda_1^{n-k} \lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = \\ &= \Pi_k(\alpha_1 \xi_1 + \beta_1 \xi_2, \alpha_2 \xi_1 + \beta_2 \xi_2; \alpha_1 \eta_1 + \beta_1 \eta_2, \alpha_2 \eta_1 + \beta_2 \eta_2); \\ & \quad (k=0, 1, 2, \dots, n)\end{aligned}$$

de minthogy előrebocsátott segédteételünk értelmében a változó sorokra gyakorolt cogrediens helyettesítések és a k -dik poláris képezése felcserélhető műveletek, lesz:

$$\lambda_1^{n-k} \lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = \Pi_k(R), \\ (k=0, 1, 2, \dots, n)$$

vagy ha ezt részletesen kiírjuk

$$\lambda_1^{n-k} \lambda_2^k (R_{k0}u_0 + R_{k1}u_1 + \dots + R_{kn}u_n) = R_{k0}U_0 + R_{k1}U_1 + \dots + R_{kn}U_n. \\ (k=0, 1, 2, \dots, n)$$

Az indukált helyettesítés karakterisztikus egyenletére vonatkozó tételünk a következőképen is fogalmazható:

Ha

$$\phi_{2n}(u) \equiv u^{n+1} - C_1 u^n + \dots + (-1)^{n+1} C_{n+1} = 0$$

az $I_n(S)$ n -edfokú indukált helyettesítés karakterisztikus egyenlete, akkor a

$$C_i = C_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) \\ (i=1, 2, \dots, n+1)$$

eggyűthetők, a melyek — mint képezésükénél fogva világos — az

$$a_1, a_2, \beta_1, \beta_2$$

menyiségek racionális egész kifejezései, mint a

$$\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_2^n \quad (\text{II})$$

menyiségek elemi szimmetrikus függvényei állíthatók elő, azaz

$$C_i(a_1, a_2, a_1, \beta_2) = S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_2^n), \\ (i=1, 2, \dots, n+1)$$

a hol S_i a (II) sorozat elemeiből alkotott i -edfokú elemi szimmetrikus függvényt jelenti.

E tételt a fentebbi tárgyalásokban mindama helyettesítésekre vonatkozólag már helyesnek mutattuk, a melyeknél a

$$D = \prod_{(i)} \prod_{(j)} (\lambda_1^{n-i} \lambda_2^i - \lambda_1^{n-j} \lambda_2^j) \\ (i, j=0, 1, 2, \dots, n; j > i)$$

szorzat nem zerus.* E szorzat, mint a

$$\lambda_1, \lambda_2$$

gyökök szimmetrikus függvénye, a

* Hogy ez a szorzat nem azonosan zerus, azt már a legegyszerűbb példák mutatják. Pl. ha $\lambda_1=2, \lambda_2=1$, akkor a (II) sorozat a

$$2^n, 2^{n-1}, \dots, 2, 1$$

sorozatot adja, a melyben egyenlő értékek nincsenek, s úgy a belőle alkotott D szorzat is a zerustól különböző.

$$\varphi_2(\lambda) = \begin{vmatrix} a_1 - \lambda & \beta_1 \\ a_2 & \beta_2 - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

egyenlet együtthatóinak segítségével raczionálisan fejezhető ki, úgy hogy

$$D = \mathcal{Q}(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2),$$

a hol \mathcal{Q} raczionális egész függvénynek jele.

Tételünk helyessége ezek szerint mindamaz inductor-helyettesítésekre van kimutatva, a melyeknek együtthatói az

$$\mathcal{Q}(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = 0$$

egyenletet ki nem elégítik. Ha *S ilyen* helyettesítés, akkor

$$C_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_2^n);$$

$(i=1, 2, \dots, n+1)$

de $S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_2^n)$ a λ_1 és λ_2 gyökök symmetrikus függvényeképen is fogható fel és mint ilyen a

$$\varphi_2(\lambda) = 0$$

egyenlet együtthatói segítségével raczionálisan kifejezhető, tehát

$$S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_2^n) = R_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2),$$

$(i=1, 2, \dots, n+1)$

a hol R_i ismét raczionális egész függvény jele.

Az eddigiek szerint tehát minden az

$$\mathcal{Q}(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = 0$$

egyenletet ki nem elégítő $a_1, a_2, \beta_1, \beta_2$ együtthatórendszerre vonatkozólag kimutattuk a

$$C_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = R_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2)$$

$(i=1, 2, \dots, n+1)$

egyenlet fennállását, de akkor egy ismeretes algebrai tétel értelmében ennek fennállása biztosítva van még amaz $a_1, a_2, \beta_1, \beta_2$ együtthatórendszerekre vonatkozólag is, a melyekre nézve

$$\mathcal{Q}(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = 0,$$

úgy hogy azzal a

$$C_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \dots, \lambda_2^n) \\ (i=1, 2, \dots, n+1)$$

egyenlőségek akármilyen (S) inductor-helyettesítésre vonatkozólag helyeseknek vannak kimutatva, a mivel egyszersmind főtételünket is minden kivételt kizáró módon bebizonyítottak kell tekintenünk.

4. Az indukált helyettesítés determinánsa.

A bevezetésben használt jelölésekkel élve, az indukált helyettesítés determinánsát így írhatjuk:

$$|I_n(S)| = \begin{vmatrix} r_{00} & r_{01} & \dots & r_{0v-1} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1v-1} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{v-10} & r_{v-11} & \dots & r_{v-1v-1} \end{vmatrix}.$$

E determináns — mint közvetlenül látható — nem egyéb, mint a $\phi_{kn}(\mu)=0$, az indukált helyettesítés karakterisztikus egyenletének tiszta tagja, tehát így írható:

$$I_n(S) = \phi_{kn}(0) = \prod_{(i)} \lambda_{i_1} \lambda_{i_2} \dots \lambda_{i_n},$$

a hol a szorzás jele az $i_1 i_2 \dots i_n$ index-combinatioira vonatkozik és az 1, 2, 3, ..., k elemeknek összes n -edosztályú ismétléssel való combinatioira kiterjesztendő. De minthogy e szorzat a

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$$

gyököknek symmetrikus függvénye, azért a szorzás végrehajtása után $|I_n(S)|$ az

$$|I_n(S)| = (\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_k)^{\alpha}$$

alakban fog megjelenni. Most azonban a

$$\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_k$$

szorzatban könnyen felismerhetjük a

$$\varphi_k(\lambda) = \begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

egyenlet tiszta tagját, azaz a

$$\varphi_k(0) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{vmatrix} = |S|$$

determinánst, úgy hogy

$$|I_n(S)| = |a_{ij}|^a = |S|^a, \quad (\text{II})$$

de ez az egyenlőség már is mutatja, hogy az indukált helyettesítés determinánsa az eredeti helyettesítés determinánsának valamilyen hatványa. Most végül még csak az a kitevőt kell meghatároznunk. Minthogy a

$$\nu = \binom{n+k-1}{n}$$

edfokú $|I_n(S)|$ determináns minden eleme az a_{ij} elemeknek n -edfokú kifejezése, az $|S|$ determináns ugyanez elemeknek k -adfokú kifejezése, azért (II) értelmében

$$n \binom{n+k-1}{n} = ka$$

és innen

$$\begin{aligned} a &= \frac{n}{k} \binom{n+k-1}{n} = \frac{n}{k} \binom{n+k-1}{k-1} = \\ &= \frac{(n+k-1)(n+k-2) \dots (n+1) \cdot n}{1 \cdot 2 \dots (k-1) \cdot k} = \binom{n+k-1}{k} = \binom{n+k-1}{n-1}, \end{aligned}$$

úgy hogy

$$|I_n(S)| = |S|^{\binom{n+k-1}{n-1}},$$

de ez az egyenlőség már kifejezése ama tételnek, a melyet a bevezetésben mint bebizonyítandót felállítottam.

Végül lássuk e tételt példán bemutatva. Legyen $n=2$, $k=3$ és legyen az eredeti S helyettesítés determinánsa

$$S = \begin{vmatrix} a_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ a_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ a_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{vmatrix},$$

akkor a másodfokú indukált helyettesítésének determinánsa tételünk értelmében

$$I_2(S) = \begin{vmatrix} a_1^2 & a_2^2 & a_3^2 & 2a_1a_2 & 2a_1a_3 & 2a_2a_3 \\ \beta_1^2 & \beta_2^2 & \beta_3^2 & 2\beta_1\beta_2 & 2\beta_1\beta_3 & 2\beta_2\beta_3 \\ \gamma_1^2 & \gamma_2^2 & \gamma_3^2 & 2\gamma_1\gamma_2 & 2\gamma_1\gamma_3 & 2\gamma_2\gamma_3 \\ a_1\beta_1 & a_2\beta_2 & a_3\beta_3 & a_1\beta_2 + a_2\beta_1 & a_1\beta_3 + a_3\beta_1 & a_2\beta_3 + a_3\beta_2 \\ a_1\gamma_1 & a_2\gamma_2 & a_3\gamma_3 & a_1\gamma_2 + a_2\gamma_1 & a_1\gamma_3 + a_3\gamma_1 & a_2\gamma_3 + a_3\gamma_2 \\ \beta_1\gamma_1 & \beta_2\gamma_2 & \beta_3\gamma_3 & \beta_1\gamma_2 + \beta_2\gamma_1 & \beta_1\gamma_3 + \beta_3\gamma_1 & \beta_2\gamma_3 + \beta_3\gamma_2 \end{vmatrix} = S_1^{+*}$$

* Tételünk e speciális esetét már HUNYADI JENŐ mutatta ki a «Beitrag zur Theorie der Flächen 2-ten Grades» című, a Crelle-Journal 89. k.-ben (58. l.) megjelent értekezésében. V. e. továbbá e speciális esetre nézve: SCHOLZ, Műegyetemi Lapok, II. k. 68. l.; KÜRSCHÁK, Math. és Physikai Lapok, IV. évf. 1. l.; továbbá BREUER, Math. és Physikai Lapok, IV. évf. 207. l.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 október 17.-én tartott üléséből.)

TÖBBSZÖRÖS POLARIS RECIPROCITAS A SÍKBAN.

VÁLYI GYULA I. tagtól.

Olyan pontokat

és egyeneseket $A_k \quad (k=0, 1, 2, \dots, r-1)$

$a_k \quad (k=0, 1, 2, \dots, r-1)$

keresünk fel a síkban, a melyek között egyszerre áll fenn az

$$\begin{pmatrix} A_k \\ a_k \end{pmatrix} \quad \text{és} \quad \begin{pmatrix} A_k \\ a_{k+1} \end{pmatrix}$$

symbolumokkal jellemzett két polaris reciprocitas, a hol az indexeket mod. r kell venni.

Két esetet kell megkülönböztetnünk a szerint, a mint a két polaris reciprocitasnak van közös polaris háromszöge, vagy nincsen.

Az első eset a fontosabb. Az idetartozó legérdekesebb specialis eset a következő tantételt adja:

egy szabályos r -szög és egy vele közös középponttal bíró szabályos r -oldal között r -szeres polaris reciprocitas áll fenn, a melyek alapjait közös középponttal bíró és congruens egyenlő oldalú hyperbolák alkotják.

Az általános eset ennek projectioja.

1.

Ha a két polaris reciprocitasnak van közös polaris háromszöge, válaszszuk ezt a coordinata-rendszer alapjának. Ha mind a két reciprocitas realis, még ha az alapjaikat tevő kúpszeletek kép-

zetesek volnának is, ezen háromszögnek legalább egyik szögpontja realis. Ha csak egy volna az, válaszszuk ezt (001)-alappontnak.

Jól választott egységpont mellett a két reciprocitas alapjait tevő kúpszeletek egyenletei

$$\begin{aligned}x^2 + y^2 + z^2 &= 0 \\ \lambda x^2 + \mu y^2 + z^2 &= 0.\end{aligned}$$

Legyenek

$$\begin{aligned}A_k \text{ koordinátái: } x_k, y_k, 1 \\ a_k \text{ koordinátái: } u_k, v_k, 1.\end{aligned}$$

A koordináták ilyen alakban való felírásával kizártuk azt az esetet, a mikor valamelyik pont vagy egyenes harmadik koordinátája 0. Egyelőre még azt is kikötjük, hogy a koordináták egyike se legyen 0.

A két reciprocitast ezek az egyenletek fejezik ki:

$$\begin{aligned}u_k &= x_k & v_k &= y_k \\ u_{k+1} &= \lambda x_k & v_{k+1} &= \mu y_k \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1)\end{aligned} \tag{1}$$

Ezekből

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= \lambda x_k & y_{k+1} &= \mu y_k \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1)\end{aligned}$$

Az első k egyenletet összeszorozva

$$x_k = \lambda^k x_0 \quad y_k = \mu^k y_0,$$

mind az r egyenletet összeszorozva

$$\lambda^r = 1 \quad \mu^r = 1,$$

tehát λ és μ r -ik egységgyökök.

Legyen ε primitív r -ik egységgyök és

$$\lambda = \varepsilon^{\xi} \quad \mu = \varepsilon^{\eta}$$

hol ξ és η egész számok. Akkor a koordináták lesznek

$$\begin{aligned}x_k &= \varepsilon^{k\xi} \cdot x_0 = u_k \\ y_k &= \varepsilon^{k\eta} \cdot y_0 = v_k \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1)\end{aligned} \tag{2}$$



A pontok és egyenesek különbözők, ha ξ , η , r számoknak nincs közös osztójuk.

A 2) egyenletekből látszik, hogy az A_k pontok és az a_k egyenesek között a feltett két reciprocitason kívül még az

$$\begin{pmatrix} A_k \\ a_{k+1} \end{pmatrix} \quad (h=2, 3, \dots, r-1)$$

reciprocitasok mindenike is fennáll. Tehát a reciprocitas r -szeres. A reciprocitasok alapjait

$$\varepsilon^h x^2 + \varepsilon^h y^2 + z^2 = 0 \quad (3)$$

$$(h=0, 1, 2, \dots, r-1)$$

kúpszeletek alkotják.

A 2) egyenletekből az is következik, hogy az A_k pontok projectioja az (100)- és a (010)-alappontokból az átellenes alap-egyenesekre lineáris pontsorbeli r -ászt* alkot, a melynek alappontjai a coordinata-rendszer alappontjaiba esnek. Minthogy pedig realis r -ász alappontjai képzeteseek, az A_k pontok csak úgy lehetnek realisak, ha a közös polaris háromszög két szögpontja (az (100) és (010) alappont) conjugált complex.

Ilyen alappontokkal bíró coordinata-rendszer mindig berendezhető úgy, hogy a realis pontok két első coordinataja conjugált complex, a harmadik pedig realis legyen. Az A_k pontok tehát mind realisok, ha x_0 , y_0 conjugált complex és

$$\eta = -\xi.$$

A ξ , η , r számoknak nem volt közös osztójuk, tehát jelen esetben ξ relativ prim r -hez, és így ε^ξ maga is primitív r -ik egységgyök. Jelöljük ezt ε -nal. A coordinatak lesznek

$$\begin{aligned} x_k &= \varepsilon^k x_0 = u_k \\ y_k &= \varepsilon^{-k} y_0 = v_k, \end{aligned} \quad (4)$$

$$(k=0, 1, \dots, r-1)$$

ezekből

$$x_k \cdot y_k = x_0 y_0,$$

$$(k=0, 1, 2, \dots, r-1)$$

* Többszörös involutio. (Értesítő, XII. kötet, 394. lap.)

tehát az A_k pontok kúpszeleten fekvő r -ászt \star alkotnak az (100) és (010) alappontokkal.

A reciprocitasok alapjait

$$\varepsilon^h x^2 + \varepsilon^{-h} y^2 + z^2 = 0 \quad (5)$$

$$(k=0, 1, 2, \dots, r-1)$$

kúpszeletek alkotják, a melyek mindenikére nézve az (100) és (010) pontok conjugáltak.

Legérdekesebb az az eset, a mikor az (100) és (010) pontok a végtelen távol fekvő képzetes körpontokba esnek. Ekkor az A_k pontok szabályos r -szöget, az a_k egyenesek ezzel közös középponttal bíró szabályos r -oldalt alkotnak. A reciprocitasok alapjai egyenlő oldalú hyperbolak, mert rájuk nézve a végtelen távol fekvő képzetes körpontok conjugáltak.

Az 5) egyenletből az is látszik, hogy ezek a hyperbolak egyikükből a centrum körül $\frac{h\pi}{r}$ ($h=1, 2, \dots, r-1$) szögnyi forgatással származtathatók.

Közönséges derékszögű coordinata-rendszerre

$$\begin{aligned} x &= X + y_i \\ y &= X - y_i \\ z &= 1 \end{aligned}$$

helyettesítéssel térhetünk át.

Megjegyzendő, hogy az

$$X^2 - Y^2 - \rho^2 = 0$$

egyenlő oldalú hyperbolához tartozó reciprocitas az

$$X^2 + Y^2 - \rho^2 = 0$$

körhöz tartozónak az x -tengelyre vonatkozó tükörképe.

Ennek alapján könnyű kimutatni, hogy egy szabályos r -szög és egy vele közös középponttal (C) bíró szabályos r -oldal között r -szeres reciprocitas áll fenn.

* Többbszörös involutio. (Értesítő, XII. kötet, 403. lap.)

Mert válaszszunk C középponttal olyan ρ -sugarú kört, a melyre nézve az adott szabályos r -szög reciprokja az adott szabályos r -oldallal congruens.

Válaszszunk most C kezdőponttal olyan derékszögű koordinata-rendszert, a melynek X -tengelyére nézve a két szabályos r -oldal közül egyik a másiknak tükörképe. Akkor

$$X^2 - Y^2 - \rho^2 = 0$$

és a belőle $\frac{h\pi}{r}$ ($h=1, 2, \dots, r-1$) szögnyi forgatással származó hyperbolák azok, a melyekre nézve a szabályos r -szög és r -oldal között reciprocitas áll fenn.

Azt is könnyű látni, hogy abban az esetben, mikor az A_k pontokat C -vel összekötő egyenesek az a_k egyenesekre merőlegesek, páratlan r esetében még egy realis vagy képzetes körre vonatkozó reciprocitas is fellép. Ha pedig r páros, még két reciprocitas áll elő, a melyek egyikének realis, másikának képzetes kör az alapja.

★

Előbb kizártuk azt az esetet, a mikor a pontok és egyenesek valamelyikének egyik koordinátája 0. Ha pl. egyik első koordinata 0 volna, az 1) egyenletek első csoportja szerint mindenik pont és egyenes első koordinátája 0. Az 1) egyenletek második csoportja pedig azt mutatja, hogy az A_k pontok pontsorbelti, az a_k egyenesek sugársorbelti r -részt alkotnak. A reciprocitas közöttük szintén r -szerez.

II.

A két polaris reciprocitasnak akkor nincs közös polaris háromszöge, ha az alapjaikat tevő kúpszeletek egy pontban érintkeznek.

Ha az érintkezés elsőrendű, jól választott koordinata-rendszer mellett a két kúpszelet egyenlete:

$$\begin{aligned} x^2 + 2yz + z^2 &= 0 \\ \lambda x^2 + 2yz + \lambda z^2 &= 0. \end{aligned}$$

Az érintkezési pont (010), az ahhoz tartozó közös érintő (001).

Legyenek

$$\begin{array}{ll} A_k & \text{coordinatái } x_k \quad y_k \quad 1 \\ a_k & \text{coordinatái } u_k \quad 1 \quad w_k. \end{array}$$

A két reciprocitást kifejezik:

$$\begin{array}{ll} u_k & = x_k & w_k & = y_k + 1 \\ u_{k+1} & = \lambda x_k & w_{k+1} & = y_k + \lambda \end{array} \quad (6)$$

($k=0, 1, 2, \dots, r-1$)

Ezen egyenletek második csoportjából következik

$$\begin{array}{l} \lambda - 1 = y_{k+1} - y_k \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1) \end{array}$$

és ezen r egyenlet összeadásával

$$r(\lambda - 1) = 0,$$

a mi lehetetlen, mert $\lambda = 1$ mellett a két reciprocitás azonos volna.

Tehát lehetetlen, hogy az A_k pontok mindenikének harmadik, és az a_k egyenesek mindenikének második koordinátája 0-tól különböző legyen, a mint azt a koordináták fennebb választott alakjával feltételeztük.

A két feltett reciprocitásból azonban azonnal következik, hogy ha ezen koordináták közül csak egy is 0, a többinek is 0-nak kell lenni.

Legyenek tehát

$$\begin{array}{ll} A_k & \text{coordinatái } x_k, \quad 1, \quad 0 \\ a_k & \text{coordinatái } u_k, \quad 0, \quad 1. \end{array}$$

A két reciprocitást kifejezik

$$\begin{array}{l} u_k = x_k \\ u_{k+1} = \lambda x_k, \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1) \end{array}$$

Ezekből

$$\begin{array}{l} x_k = \lambda^k x_0 = u_k, \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1) \end{array}$$

a hol λ r -ik egységgyök.

Tehát az A_k pontok a (001) egyenesen, az a_k egyenesek a (010) ponttal, mint centrummal r -ászt alkotnak. A reciprocitas köztük r -szeres.

Ha pedig a két reciprocitas alapját tevő kúpszeletek magasabb rendű érintkezésben vannak, jól választott coordinata-rendszer mellett egyenleteik

$$\begin{aligned}x^2 + 2yz &= 0 \\ x^2 + 2yz + 2\lambda xz + \mu z^2 &= 0.\end{aligned}$$

Az érintkezési pont (010), az ehhez tartozó közös érintő (001). Az érintkezés másodrendű, ha λ nem $=0$, harmadrendű, ha $\lambda=0$.

Legyenek megint

$$\begin{array}{llll}A_k & \text{coordinatái} & x_k & y_k & 1 \\ a_k & \text{coordinatái} & u_k & 1 & w_k.\end{array}$$

A két reciprocitast kifejezik:

$$\begin{aligned}u_k &= x_k & w_k &= y_k \\ u_{k+1} &= x_k + \lambda & w_{k+1} &= y_k + \lambda x_k + \mu.\end{aligned}$$

($k=0, 1, 2, \dots, r-1$)

Ezekből

$$\begin{aligned}x_{k+1} - x_k &= \lambda & y_{k+1} - y_k &= \lambda x_k + \mu \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1)\end{aligned}$$

és a két egyenletcsoportnak külön-külön összeadásával

$$r\lambda = 0 \quad \lambda \Sigma x_k + r\mu = 0$$

a miből $\lambda = \mu = 0$ következne és így a két reciprocitas azonos volna.

A két feltett reciprocitasból most is az következik, hogy az A_k pontok mindegyikének harmadik, az a_k egyenesek mindegyikének második coordinataja 0.

Legyenek tehát

$$\begin{array}{llll}A_k & \text{coordinatái} & x_k & 1 & 0 \\ a_k & \text{coordinatái} & u_k & 0 & 1.\end{array}$$

A két reciprocitast kifejezik

$$\begin{aligned}u_k &= x_k \\ (k=0, 1, 2, \dots, r-1).\end{aligned}$$

és ezekből

$$\begin{aligned} (1 + \lambda x_k) u_{k+1} &= x_k \\ (1 + \lambda x_k) x_{k+1} &= x_k \end{aligned} \quad 7)$$

$$(k=0, 1, 2, \dots, r-1)$$

Ebből látszik, hogy az x -ek mind elenyésznek, ha csak egy is közülök 0. Abban az esetben, a mikor λ nem $=0$, más megoldás nincs is, mert ha az x -ek 0-tól különböznek, a 7) egyenlethez

$$\lambda = x_{k+1}^{-1} - x_k^{-1}$$

$$(k=0, 1, \dots, r-1)$$

s ezek összeadásával

$$r\lambda = 0$$

következik, a mi lehetetlen.

Ha pedig $\lambda = 0$, a 7) egyenletek azt mutatják, hogy az A_k pontok a (001) egyenes egy pontjába, az a_k egyenesek pedig a (010) pont egy egyenesébe összeesnek.

Tehát magasabb rendű érintkezésben levő kúpszeleteknél igazi többszörös polaris reciprocitas lehetetlen.

A HOMOGEN LINEÁRIS DIFFERENCIÁL-EGYENLETEK RESOLVENSEINEK ALAPEGYENLETEIRŐL.

BEKE MANÓ-tól.

I.

1. A lineáris differenciál-egyenletek elméletében nagy fontossága van a következő tételnek:

Ha az

$$\begin{aligned} y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \dots + p_n y &= 0 \\ z^{(m)} + q_1 z^{(m-1)} + \dots + q_m z &= 0 \\ \cdot & \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\ \cdot & \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\ v^{(r)} + t_1 v^{(r-1)} + \dots + t_r v &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

homogen lineáris differenciál-egyenletek alaprendszerei megfelelően:

$$\begin{aligned} y_1, y_2, \dots, y_n \\ z_1, z_2, \dots, z_m \\ \cdot \quad \cdot \quad \dots, \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \dots, \cdot \\ v_1, v_2, \dots, v_r \end{aligned} \quad (2)$$

és

$$y(y_1, y_2, \dots, y_n; \quad z_1, z_2, \dots, z_m; \quad v_1, v_2, \dots, v_r) \quad (3)$$

ezen alaprendszerek elemeinek valamely raczionális egész függvénye, melynek együtthatói az x független változó tetszőleges függvényei, akkor a g eleget tesz olyan homogen lineáris differenciál-egyenletnek, melynek együtthatói a g és az (1) alatti rendszer együtthatóiból és azok differenciál-hányadosaiból raczionális művelettel állíthatók elő.

Ebben a fogalmazásban már benne van az az eset is, midőn a (3) alatti egész függvény nemcsak a (2) alatti rendszer elemeit, hanem ezeknek differenciál-hányadosait is tartalmazza, mert e differenciál-hányadosok szintén eleget tesznek olyan homogén lineáris differenciál-egyenleteknek, melyek együtthatói az (1) alatti rendszer együtthatóiból racionális művelettel és differenciálással megalkothatók; tehát csak az (1) alatti egyenletek számát kell megfelelően szaporítanunk.

A (3) alatti y egész függvényt KLEIN szerint a (2) alatti rendszer *resolvens* függvényének, és azt a differenciál-egyenletet, melyet y kielégít, *resolvens differenciál-egyenletnek* nevezzük.*

2. A fentebbi tétel bizonyításánál elégséges két differenciál-egyenletre szorítkoznunk. Legyen e két egyenlet:

$$\begin{aligned} y^{(n)} &= p_1 y^{(n-1)} + \dots + p_n y \\ z^{(m)} &= q_1 z^{(m-1)} + \dots + q_m z. \end{aligned} \quad (4)$$

Elégséges továbbá, ha a tétel helyességét az $y+z$ és yz kifejezésekre mutatjuk meg, mert ebből már általános érvényessége is következik. Legyen tehát:

$$u = y + z$$

és állítsuk elő rendre:

$$u, u', u'', \dots, u^{(n+m)}$$

-et és helyettesítsük mindenütt az $y^{(n)}, y^{(n+1)}, \dots, y^{(n+m)}$, valamint a $z^{(m)}, z^{(m+1)}, \dots, z^{(n+m)}$ -et az adott (4) alatti rendszerből $y^{(n-1)}, y^{(n-2)}, \dots, y$, illetőleg $z^{(m-1)}, z^{(m-2)}, \dots, z$ lineáris kifejezésével, akkor a következő $n+m+1$ egyenletből álló rendszerre jutunk:

$$u^{(k)} = P_{1k} y^{(n+1)} + P_{2k} y^{(n-2)} + \dots + P_{nk} y + Q_{1k} z^{(m-1)} + \dots + Q_{mk} z$$

($k=0, 1, 2, \dots, n+m$)

a hol P és Q együtthatók a (4) alatti egyenletek együtthatóiból

* Ezen tétel speciális esete legelőször LIOUVILLE-nél szerepel (Journal de Liouville IV. k. p. 430). L. APPELL, Annales de l'École normale II. 10. k. p. 407, a hol egy differenciál-egyenletre vonatkozik. L. még JORDAN, Cours d'Analyse III. p. 138. E szövegben foglalt eljárás, valamint az alaprendszer és a resolvens rendjének megállapítása új.

raczionális egész műveletekkel és differenciálással nyerhetők. Ha ezen egyenletrendszerből az

$$y^{(n-1)}, y^{(n-2)}, \dots, y; \quad z^{(m-1)}, z^{(m-2)}, \dots, z$$

-t elimináljuk, az u -ra a következő $m+n$ -ed rendű homogen lineáris differenciál-egyenletet kapjuk:

$$u^{(k)}, P_{1k}, P_{2k}, \dots, P_{nk}, Q_{1k}, Q_{2k}, \dots, Q_{mk} = 0. \quad (5)$$

Ez a resolvens egyenlet általánosságban tényleg $m+n$ -ed rendű. A keletkezéséből következik ugyanis, hogy kielégíti a (4) alatti rendszer minden $y+z$ integrálösszege. Ha tehát $u^{(m+n)}$ együtthatója identikusan eltűnnék, akkor következne, hogy a (4) alatti egyenletek alaprendszerei között

$$a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_n y_n + b_1 z_1 + b_2 z_2 + \dots + b_m z_m = 0$$

relatio áll fenn állandó együtthatókkal, vagyis a két egyenletnek közös integráljuk van, a két egyenlet resultansa identikusan eltűnik.

3. Alkossuk meg a resolvens egyenletet a

$$v = yz$$

-re vonatkozólag. E végből előállítjuk a

$$v, v', v'', \dots, v^{(mn)}$$

kifejezéseket, melyeket a (4) alatti egyenletek segítségével az előbb jelzett módon redukálunk, miáltal a következő egyenletekre jutunk:

$$v^{(k)} = \sum P_{ij}^{(i)} y^{(i)} z^{(j)} \\ (k=1, 2, \dots, mn; \quad i=0, 1, 2, \dots, n-1; \quad j=0, 1, 2, \dots, m-1)$$

és ha ezen egyenletrendszerből az $y^{(i)} z^{(j)}$ -ket elimináljuk, a v -re a következő mn -edrendű homogen lineáris differenciál-egyenletet kapjuk:

$$v^{(k)}, P_{00}, P_{01}, \dots, P_{n-1, m-1} = 0, \quad (6)$$

a hol a P -k megint az adott differenciál-egyenletek együtthatóiból differenciálással és raczionális műveletekkel nyerhetők. Megmutatjuk, hogy ez a resolvens egyenlet általánosságban tényleg

mn -edrendű lesz. Keletkezésénél fogva kielégíti ugyanis ezt az egyenletet a (4) alatti differenciál-egyenletek minden két integráljának szorzata; tehát kielégítik a kanonikus integrálok szorzatai is. Legyen az első egyenlet kanonikus integrálrendszere, mely az a szinguláris ponthoz tartozik:

$$u_1, u_2, \dots, u_n,$$

mely rendszer a független változónak a körül való járásánál

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$$

-nel szorozódik. Éppen így a második egyenletnek b szinguláris pontjához (mely esetleg a -val egybeeshet) tartozó kanonikus integrálrendszere

$$v_1, v_2, \dots, v_m,$$

mely a b körül való járásnál

$$\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_m$$

-mel szorozódik. Ha a (6) alatti egyenlet nem volna mn -edrendű, akkor u és v integrálok között a következő relatio állna fenn:

$$\sum c_{ik} u_i v_k = 0. \quad (7)$$

($i=1, 2, \dots, n; \quad k=1, 2, \dots, m$)

Ha a független változó olyan körüljárást végez, hogy útja csakis az a és b szinguláris pontokat kerüli meg, akkor a (7) alatti relatio átmegy a következőbe:

$$\sum c_{ik} \mu_i \nu_k u_i v_k = 0$$

és ha ezt az útját a független változó egymásután $mn-1$ -szer végzi, akkor a következő egyenletrendszerre jutunk:

$$\sum c_{ik} \mu_i^r \nu_k^r u_i v_k = 0,$$

($r=0, 1, 2, \dots, mn-1$)

mely egyenletrendszerből következik, hogy

$$(\mu_i \nu_k)^r = 0. \quad (8)$$

Ha tehát fölteszszük, hogy az mn -számú $\mu_i \nu_k$ egymástól mind különbözik, akkor a (8) alatti determinans nem lehet 0 és akkor

a (6) alatti egyenlet tényleg mn -edrendű, melynek az m számú $u_i v_k$ alapszisztemét alkotja.

4. Ugyanilyen gondolatmenettel határozhatjuk meg a resolvens egyenlet rendjét minden esetben. Az eredmény, a mire jutunk, homogen egész függvények esetében következőképpen fejezhető ki. *Ha a (3) alatti egész függvény az (1) alatti rendszer integráljainak m -edrendű homogen egész függvénye és benne az*

$$y_i = \Sigma a_{ik} \eta_k; \quad z_i = \Sigma b_{ik} \xi_k; \quad \dots, \quad v_i = \Sigma d_{ik} \omega_k$$

helyettesítést végezzük, a hol az a, b, \dots, d együtthatók tetszőleges állandók, mi által a g a következő alakot nyeri:

$$g = g_1 + g_2 + \dots + g_r$$

a hol a g_i az η, ξ, \dots, ω különböző egytagú egész függvényei, akkor a g resolvens egyenletének rendszáma: r .

II.

1. Ezek előrebocsátása után a resolvens egyenlet alapegyenleteivel foglalkozunk, mi által egyúttal néhány fontos tételt nyerünk a lineáris helyettesítések karakterisztikus egyenleteire nézve. Ezt az eljárást már egy esetben bemutattam, midőn a homogen lineáris differenciál-egyenlet alapegyenletének segítségével Rados Gusztáv által bevezetett adjungált helyettesítés karakterisztikus egyenletének gyökeire következtettem.* Ezuttal más alkalmazásait mutatom be ennek a productiv eljárásnak. Az első oly lineáris helyettesítésre vonatkozik, melynek elemei két lineáris helyettesítés elemeinek szorzásából keletkeznek. A megfelelő determinánst Rados tárgyalta** és karakterisztikus egyenletéről e tárgyalással kapcsolatosan BAUER MIHÁLY értekezett.*** A második esetünk oly lineáris transformationra vonatkozik, melynek determinánsa az

* Math. Phys. Lapok III. köt. p. 286. L. még: SCHLESINGER, Handbuch II. k. p. 130.

** Math. és Természettud. Értesítő IV. k. 268. l.

*** Math. Phys. Lapok III. köt. p. 293.

irodalomban HUNYADY-féle determinans néven ismeretes,* melyet azonban legegyszerűbb esetében először SCHOLTZ ÁGOSTON** vezetett be a kúpszeletek elmélete révén. Tárgyalásainkat végül kiterjesztjük oly lineáris transformatiora, melynek determinansa e HUNYADY-féle determinansok általánosítása.

2. Legyen adva e két homogén lineáris differenciál-egyenlet:

$$\begin{aligned} y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \dots + p_n y &= 0 \\ z^{(m)} + q_1 z^{(m-1)} + \dots + q_m z &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

melyeknek a közös szinguláris pontjuk. Az első egyenlet alaprendszere legyen

$$y_1, y_2, \dots, y_n.$$

a másodiké:

$$z_1, z_2, \dots, z_m.$$

Ha az x független változót úgy vezetjük az a körül, hogy más szinguláris pontot meg ne kerüljön, akkor mindkét alaprendszer elemei lineáris substitútót szenvednek. Ha az új függvényeket, melyekbe átmennek, megfelelően:

$$\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_n \quad \text{és} \quad \bar{z}_1, \bar{z}_2, \dots, \bar{z}_m$$

-mel jelöljük, akkor:

$$\begin{aligned} \bar{y}_i &= a_{i1}y_1 + a_{i2}y_2 + \dots + a_{in}y_n \\ &\quad (i=1, 2, \dots, n) \\ \bar{z}_i &= b_{i1}z_1 + b_{i2}z_2 + \dots + b_{im}z_m. \\ &\quad (i=1, 2, \dots, m) \end{aligned} \quad (9)$$

E lineáris transformatiók karakterisztikus egyenletei az a szinguláris ponthoz tartozó alapegyenletek:

$$f(\omega) = \begin{vmatrix} a_{11} - \omega, & a_{12}, & \dots, & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22} - \omega, & \dots, & a_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ a_{n1}, & a_{n2}, & \dots, & a_{nn} - \omega \end{vmatrix} = 0;$$

* Ez elnevezést és az irodalmat illetőleg l. E. PASCAL, I Determinanti. Milano 1897, p. 214.

** Műgyet. Lapok II. k. p. 65.

$$\varphi(\omega) = \begin{vmatrix} b_{11}-\omega, & b_{12}, & \dots, & b_{1n} \\ b_{21}, & b_{22}-\omega, & \dots, & b_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ b_{n1}, & b_{n2}, & \dots, & b_{nn}-\omega \end{vmatrix} = 0.$$

Ha az $f(\omega)=0$ alapegyenlet gyökei:

$$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$$

mind különbözők, akkor, miként ismeretes, az a szinguláris ponthoz egy és lényegben csakis egy olyan

$$u_1, u_2, \dots, u_n$$

kanonikus alaprendszer tartozik, melynek körüljárási relái:

$$\bar{u}_1 = \omega_1 u_1, \quad \bar{u}_2 = \omega_2 u_2, \dots, \bar{u}_n = \omega_n u_n.$$

Éppen így, ha a $\varphi(\omega)=0$ egyenlet gyökei: $\omega'_1, \omega'_2, \dots, \omega'_m$ mind különbözők, a második egyenlet a ponthoz tartozó kanonikus alaprendszerének,

$$v_1, v_2, \dots, v_n$$

-nek, körüljárási relái:

$$\bar{v}_1 = \omega'_1 v_1, \quad \bar{v}_2 = \omega'_2 v_2, \dots, \bar{v}_m = \omega'_m v_m.$$

Alkossuk meg a resolvens differenciál-egyenletet yz -re. Ez oly mn -edrendű homogen lineáris differenciál-egyenlet, melynek általánosságban az a szintén szinguláris pontja lesz. Ennek a differenciál-egyenletnek az mn -számú $y_i z_k$ alaprendszere. Ha az x az a körül jár, akkor $y_i z_k$ átmegy $y_i \bar{z}_k$ -ba:

$$\begin{aligned} \overline{y_i z_k} &= (a_{i1} y_1 + a_{i2} y_2 + \dots + a_{in} y_n) (b_{k1} z_1 + b_{k2} z_2 + \dots + b_{km} z_m) = \\ &= \sum_{(j,h)}^n a_{ij} b_{kh} y_j z_h. \end{aligned}$$

Az a szinguláris ponthoz tartozó alapegyenlet:

$$F(\omega) = \begin{vmatrix} a_{11} b_{11} - \omega, & a_{11} b_{12}, & \dots, & a_{1n} b_{1m} \\ a_{21} b_{11}, & a_{21} b_{12} - \omega, & \dots, & a_{2n} b_{1m} \\ a_{31} b_{11}, & a_{31} b_{12}, & \dots, & a_{3n} b_{1m} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} b_{m1}, & a_{n1} b_{m2}, & \dots, & a_{nn} b_{mm} - \omega \end{vmatrix} = 0. \quad (10)$$

Ismeretes a priori, hogy a resolvens egyenlet integráljai egyúttal az $u_i v_k$ szorzatok is, melyek a kanonikus integrálokból alkottattak; de ezek az a pont körül járásnál

$$\omega_1 \omega'_1, \quad \omega_1 \omega'_2, \dots, \omega_n \omega'_m$$

-mel szorozódnak és minthogy csakis egy ilyen kanonikus alarendszer van, tehát az $F(\omega)=0$ egyenlet gyökei:

$$\omega_1 \omega'_1, \quad \omega_1 \omega'_2, \dots, \omega_n \omega'_m.$$

Ha az $F(\omega)$ -ban $\omega=0$ teszszük, akkor az idézett determinanstételt kapjuk.

3. Legyen adva ez a differenciál-egyenlet:

$$y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \dots + p_n y = 0,$$

melynek alarendszere:

$$y_1, y_2, \dots, y_n,$$

egyik szinguláris pontja a és körüljárási relatioi a (9) alattiak, a megfelelő alapegyenlet gyökei pedig: $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$. Alkossuk meg a resolvens egyenletet $y_i y_k$ -ra vonatkozólag. E resolvens egyenlet alarendszere lesz:

$$y_1^2, \quad y_1 y_2, \dots, y_i y_k, \dots, y_n^2.$$

Ezen alarendszer körüljárási relatioi:

$$\begin{aligned} \overline{y_i y_k} &= (a_{i1} y_1 + a_{i2} y_2 + \dots + a_{in} y_n) (a_{k1} y_1 + a_{k2} y_2 + \dots + a_{kn} y_n) \\ &= \sum_1^n a_{ir} a_{kr} y_r^2 + \sum (a_{ih} a_{kj} + a_{ij} a_{kh}) y_j y_h. \end{aligned}$$

Az a ponthoz tartozó alapegyenlet tehát:

$$F(\omega) = \begin{vmatrix} a_{11}^2 - \omega, & 2a_{11}a_{12} & 2a_{11}a_{13} & \dots, & a_{1n}^2 \\ 2a_{11}a_{12}, & a_{11}a_{22} + a_{12}a_{21} - \omega, & a_{11}a_{23} + a_{21}a_{13}, & \dots, & 2a_{1n}a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1}^2, & 2a_{n1}a_{n2}, & 2a_{n1}a_{n3} & \dots, & a_{nn}^2 - \omega \end{vmatrix} = 0. \quad (11)$$

Minthogy a resolvens egyenlet kanonikus alarendszere:

$$u_1^2, u_1 u_2, \dots, u_n^2,$$

melynek körüljárási relatioi:

$$\overline{u_i u_k} = \omega_i \omega_k u_i u_k,$$

tehát következik, hogy a (11) alatti $F(\omega)=0$ egyenlet gyökei:

$$\omega_1^2, \omega_1 \omega_2, \dots, \omega_n^2.$$

Ha az $F(\omega)$ -ban $\omega=0$ teszszük, akkor az $[a_{ik}]$ -ből keletkező HUNYADY-féle determinanst kapjuk.

Hogy eredményeinket egyszerűbben fejezhessük ki, mondjuk, hogy az

$$a_{ik} - \varepsilon_{ik} \omega,$$

determinans, (melyben $\varepsilon_{ik}=0$, ha i a k -tól különbözik, ellenben $\varepsilon_{ik}=1$) az $[a_{ik}]$ determinansból átlósítással keletkezik. Targyalásunk eredményét tehát a lineáris differenciál-egyenletek elméletében így fejezhetjük ki: *Valamely homogén lineáris differenciál-egyenlet két integráljának szorzatára alkotott resolvens egyenlet alapegyenlete az eredeti differenciál-egyenlet alapegyenletének megfelelő determinansból alkotott Hunyady-féle determinans átlósításával keletkezik.*

A lineáris transformatiók elméletében pedig tételünk a következő: *Ha valamely lineáris transformatióból a Hunyady-féle transformatiot alkotjuk (azaz oly transformatiot, melynek egygűthetői a megfelelő Hunyady-féle determinans elemei), akkor e transformatio karakterisztikus egyenletének gyökei az eredeti transformatio karakterisztikus egyenletének gyökeiből ismétléssel alkotott kettős szorzatok.*

Ha a (11) alatti determinansban $\omega=0$ teszszük, akkor HUNYADY-féle determinans lesz belőle, melyet H -val jelölünk. A (11)-ből következik, hogy:

$$H = (-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} (\omega_1 \omega_2 \dots \omega_n)^{n+1}.$$

Mínthogy pedig:

$$\omega_1 \omega_2 \dots \omega_n = (-1)^n [a_{ik}],$$

tehát:

$$H = (-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} [a_{ik}]^{n+1}. \quad (12)$$

4. Közel fekvő gondolat e tételek általánosítása. Ha ugyanis nem két, hanem k integrál szorzatára állítjuk fel a resolvens egyenletet, akkor olyan $\binom{n+k-1}{k}$ -adrendű homogén lineáris differenciál-egyenletre jutunk, melynek alaprendszere az

$$y_1, y_2, \dots, y_n$$

-ből ismétléssel való k -adrendű kombinálással kiválasztható elemek szorzata. Ezen resolvens egyenletnek alaprendszerét alkotják az összes:

$$y_{i_1} y_{i_2} \dots y_{i_k} \quad (13)$$

szorzatok, ha i_1, i_2, \dots, i_k az $1, 2, \dots, n$ számokból kiválasztható különböző combinatiók. Ha az x független változó α singuláris pont körül jár, akkor a (13) alatti integrál a következőbe megy át:

$$\overline{y_{i_1} y_{i_2} \dots y_{i_k}} = \sum_1^n \alpha_{i_1 r} y_r \cdot \sum_1^n \alpha_{i_2 r} y_r \cdot \dots \sum_1^n \alpha_{i_k r} y_r. \quad (14)$$

Áttekinthetőség végett jelöljük az $1, 2, \dots, n$ elemekből alkotható k -adrendű combinatiókat bizonyos sorrendben:

$$1, 2, \dots, \nu = \binom{n+k-1}{k}$$

-val és ennek megfelelően az y integrálok k -as szorzatait:

$$Y_1, Y_2, \dots, Y_\nu$$

-vel. Ha az i_1, i_2, \dots, i_k combinationnak α , az r_1, r_2, \dots, r_k -nak pedig β rendszám felel meg, akkor a (14) alatti körüljárási relatio így írható:

$$\overline{Y_\alpha} = \Sigma A_{\alpha\beta} Y_\beta \quad (15)$$

a hol

$$A_{\alpha\beta} = \Sigma s_{i_1 s_1} s_{i_2 s_2} \dots s_{i_k s_k} \quad (16)$$

és az $s_1 s_2 \dots s_k$ az $r_1 r_2 \dots r_k$ minden lehető permutatioi.

Az A -val jelölt együtthatókból alkotható ν -edrendű determinanst

$$|A_{\alpha\beta}| \quad (17)$$

-t $k-1$ -edrendű HUNYADY-féle determinansnak nevezzük és H_{k-1} -

gyel jelöljük. Ezen jelölésnek megfelelően a tulajdonképeni HUNYADY-féle determinansok elsőrendűek.

A (15) alatti körüljárási relatiókból következik tehát, hogy *a lineáris differenciál-egyenlet alapintegráljainak k -as szorzatára (mondhatjuk egyszerűbben y^k -ra) felállított resolvens egyenlet alapegyenletének baloldala az eredeti körüljárási mátrixnak $k-1$ -edrendű átlósított Hunyady-féle determinansa.*

A resolvens egyenlet kanonikus integráljai közvetlenül ismeretesek: az u_1, u_2, \dots, u_n kanonikus integrálokból alkotható k -as szorzatok. Az $u_{i_1}u_{i_2} \dots u_{i_k}$ kanonikus integrál a körüljárásnál

$$\omega_{i_1}\omega_{i_2} \dots \omega_{i_k}$$

-val szorozódik; tehát a $k-1$ -edrendű Hunyady-féle determinansból alkotott

$$F(\omega) = |A_{\alpha\beta} - \varepsilon_{\alpha\beta}\omega| = 0 \quad (18)$$

alapegyenlet gyökei az eredeti

$$f(\omega) = |a_{ik} - \varepsilon_{ik}\omega| = 0$$

alapegyenlet gyökeiből isméllyessel alkotható k tényezősszorzatok.*

A magasabb rendű HUNYADY-féle determinanst is könnyen kifejezhetjük az eredeti determinans által. Ha ugyanis az $F(\omega)$ -ban megint $\omega=0$ teszszük, akkor (az előjeltől eltekintve) a gyökök szorzatát kapjuk. Ez pedig az $\omega_1\omega_2 \dots \omega_n$ szorzat valamely hatványa. Az exponens kiszámítása végett meghatározzuk, hogy ω_1 -nek hányadik hatványa fordul elő a gyökök szorzatában. Ez az exponens, melyet e -vel jelölünk, combinatio útján a következőnek adódik ki:

$$e = \sum_{i=1}^{k-1} (k-i) \binom{i-1+i-1}{i-1}.$$

melyet kiszámítván, azt találjuk, hogy:

* E dolgozat átnyújtása után értesültem, hogy RADOS GUSZTÁV ugyanezt a tételt néhány barátjának már régebben közölte. L. RADOSnak az Akadémia III. osztályában ugyanezen napon bemutatott értekezését.

$$c = \binom{n+k-1}{k-1},$$

tehát az $\{a_{ik}\}$ $k-1$ -edrendű HUNYADY-féle determinansa *

$$H_{k-1} = |a_{ik}|^{(n+k-1)} \quad (19)$$

5. A megelőző tárgyalásokban a homogén lineáris differenciál-egyenlet alapegyenletei segítségével állapítottunk meg néhány tételt a lineáris helyettesítések karakterisztikus egyenleteire vonatkozólag. Kifogástalannak csakis akkor tekinthető ez az eljárás, ha még azt is megmutatjuk, hogy minden lineáris transformatio körüljárási relationak tekinthető, vagyis, ha megmutatjuk, hogy minden lineáris transformatioinak megfelel olyan homogén lineáris differenciál-egyenlet, melynek egyik körüljárási relatioja az adott lineáris transformatioval identikus. Ezt a tételt a következőképen bizonyíthatjuk be.

Ha adva van egy lineáris transformatio, melynek matrixa

$$\begin{vmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \dots, & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22}, & \dots, & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1}, & a_{n2}, & \dots, & a_{nn} \end{vmatrix} \quad (20)$$

és melynek karakterisztikus egyenlete csupa különböző gyökkel bír:

$$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \quad (21)$$

akkor azonnal alkothatók olyan függvényei az x -nek, melyek az a pont körüljárásánál a (21) alatti számokkal szorzódnak.

Ha ugyanis:

$$r_i = \frac{\log \omega_i}{2\pi i}$$

akkor

$$(x-a)^{r_i} \varphi_i(x)$$

ilyen függvény, ha $\varphi_i(x)$ az $x=a$ környezetében tetszőleges egy-

* L. BREUER Mór, Adalék a több változós függvény elméletéhez. Math. Phys. L. IV. k. p. 213.

értékű analitikai függvény. Jelöljük az ily módon nyert egymástól lineárisan független függvényeket

$$u_1, u_2, \dots, u_n$$

-nel. Ezek eleget tesznek a

$$\begin{vmatrix} u, & u', & u'', & \dots, & u^{(n)} \\ u_1, & u'_1, & u''_1, & \dots, & u_1^{(n)} \\ u_2, & u'_2, & u''_2, & \dots, & u_2^{(n)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ u_n, & u'_n, & u''_n, & \dots, & u_n^{(n)} \end{vmatrix} = 0 \quad (22)$$

n -edrendű homogen lineáris differenciál-egyenletnek, melynek együtthatói, mint azonnal belátható, az $x=a$ környezetében az $x=a$ egyértékű analitikai függvényei. Keressük most ezen differenciál-egyenlet azon integrálrendszerét, mely az a pont körül való járásnál a (20) alatti transzformációt szenved. Legyen e rendszer:

$$y_1, y_2, \dots, y_n,$$

akkor

$$y_i = c_{i1}u_1 + c_{i2}u_2 + \dots + c_{in}u_n. \quad (23)$$

A feladat tehát most csak az, hogy az $n^2 c$ együtthatót úgy határozzuk meg, hogy az y -ok tényleg a jelzett körülmények relációját szenvedjék, vagyis fennálljon a következő n egyenlet:

$$y_i = \sum_{k=1}^n c_{ik} \omega_k u_k = \sum_{k=1}^n a_{ik} y_k. \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

Ha a jobboldalon az y -ok helyébe a (23) alatti kifejezéseket tesszük, akkor az u -k között n^2 lineáris relációt kapunk, melyeknek identitásoknak kell lenniök. Ha az u_k együtthatóit egybevetjük, a következő egyenletrendszerre jutunk:

$$c_{ik} \omega_k = a_{i1}c_{1k} + a_{i2}c_{2k} + \dots + a_{ii}c_{ik} + \dots + a_{in}c_{nk}. \quad (24)$$

$(k=1, 2, \dots, n) \quad (i=1, 2, \dots, n)$

A $c_{1k}, c_{2k}, \dots, c_{nk}$ együtthatókra n egyenletből homogen lineáris egyenletrendszert kaptunk, melynek determinánsa:

$$f(\omega_k) = |a_{ik} - \varepsilon_{ik} \omega_k|.$$

De $f(\omega)=0$ a (20) alatti lineáris transformatio karakterisztikus egyenlete, tehát

$$f(\omega_k)=0$$

és így az egyenletrendszer a

$$c_{1k}, c_{2k}, \dots, c_{nk}$$

-ra megoldható. Ezzel tehát kimutattuk, hogy a megalkotott differenciál-egyenletnek van olyan alaprendszere, melynek megadott körüljárási relatioja van és ezzel egyúttal azt is bebizonyítottuk, hogy mindazok a tételek, melyek a lineáris differenciál-egyenlet alapegyenletére vonatkoznak, egyúttal a lineáris transformatio elméletében is általánosan érvényesek.

Végül még megjegyezzük, hogy a levezetett algebrai relatiók a karakterisztikus egyenletek között identitások lévén, fönnállanak azon esetben is, midőn az eredeti karakterisztikus egyenlet együtthatói között bárminő relatiók vannak, tehát akkor is, ha a gyökei között egyenlők is előfordulnak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1898 október 17.-én tartott üléséből.)

AZ ERDÉLYI MEDENCZE IFJABB HARMADKORI KÉPZŐDMÉNYEI.

KOCH ANTAL r. tagtól.

1879-ben a M. Tud. Akadémia matematikai és természet-tudományi bizottságától megbízást kértem és kaptam «Tanulmányok Erdély harmadkori képződményeiről» című munka megírására. Hosszas, beható előtanulmányok után csak 1894-ben jelenhetett meg e tanulmányaimnak első része «Az erdélyi medence harmadkori képződményei. I. rész: Palæogen csoport» cím alatt a m. kir. Földtani Intézet évkönyvének X. kötetében, a M. Tud. Akadémia támogatásával, magyar és német nyelven.

Van szerencsém most e munkámnak második és befejező részét is bemutatva, annak tartalmát főbb vonásaiban ismertetni. A munka címe: «Az erdélyrészi medence harmadkori képződményei. II. rész: Neogen csoport», melléklete három tábla geológiai szelvényekkel és térképpel s 49 a szöveg közé való rajz.

A munkát rövid bevezetéssel kezdem, melyben az erdélyi medence ifjabb harmadkori képződményeinek újabbi beosztását indokolva közlöm, s a mely egész terjedelmében így hangzik. E munkámnak 1894-ben megjelent első része (Palæogen csoport) már ki volt nyomva, a mikor FUCHS TIVADAR hazánkfiának «Harmadkori kőületek Krapina és Radoboj környékének széntartalmú miocén képződményeiből és az úgynevezett aquitaniai emelet geológiai helyzetéről» című fontos értekezése * ugyanott megjelent és kezeimhez jutott. Ebben a tertiær képződményeknek e legalaposabb ismerője újabb és már ismeretes régibb adatoknak

* A m. kir. Földt. Intéz. Évkönyve X. k. 5. füzet. Budapest, 1893.

beható kritikai megvizsgálása után meggyőzően kimutatja, hogy a CH. MAYER-től bevezetett «aquitaniai emelet» korántsem azonos a németországi felső-oligocæn emelettel, melynek típusául a casseli homok tekintendő, s hogy erre a pontra nézve a geologusok között mindeddig nagy bizonytalanság uralkodott. Az eredeti «aquitaniai emelet v. Aquitanien» elnevezését CH. MAYER a bordeauxi medenczének ama harmadkori rétegeire alkalmazta, a melyek a fekübeli asteriasos meszek s a fedőbeli saucatsi és leognani kövületes homokok (Faluns) közé vannak beiktatva. E rétegek faunájában csak 4% oly alak találkozik, mely határozottan oligocænnak tekinthető; de sok olyan fajt tartalmaz, mely kétségtelen oligocænkori képződményekből is ismeretes. Faunájuk alapján tehát a bordeauxi aquitaniai rétegek még határozottan miocæn, még pedig a legmélyebb miocæn képződmények.

Ezzel szemben a casseli homokban és a vele egyenértékű felső-oligocæn rétegekben a miocæn fajok száma teljesen elenyésző a valódi oligocænekhez képest, és így e rétegek határa a miocæn felé határozottnak és élesnek mondható. FUCHS tehát a további félreértések lehető megelőzése végett a felső-oligocænt a «kattiai emelet (chattische Stufe)» elnevezést ajánlja.

FUCHS a mondottak kapcsán kimutatja, hogy a bécsi medence legmélyebb, úgynevezett horni rétegei (molti és loibersdorfi réti), a Krapina és Radoboj környéki széntartalmú rétegek, Erdély területén a zsilyvölgyi, a korodi, valamint az általam úgynevezett p.-sz-t-mihályi széntartalmú rétegek, az alsó-miocæn aquitaniai emeletbe tartoznak; ellenben a magyarországi *Pectunculus obovatus* homok, valamint az Erdély északnyugoti részében dr. HOFMANN KÁROLY által kimutatott kövületes homokkövek és agyagmárgák kétségtelenül a felső-oligocæn kattiai emeletnek a képviselői.

FUCHS TIV. érveinek helyes voltát belátva, ki kell most jelenítenem, hogy megállapításait az említett, s általam nagyrészt már a munka I. részében tárgyalt erdélyi rétegekre nézve készséggel elfogadom. Már akkor is fölismertem volt, s ezt az erdélyi harmadkori rétegek beosztásáról adott táblázatban föl is tüntettem, hogy a p.-sz-t-mihályi és a m.-nagy zsombori rétegek, faunájuk alapján, a zsilyvölgyi rétegekkel egyenértékűek; de nem azok az

ugyanottan még az aquitaniai emeletbe sorolt fellegrvári és for-gácskúti rétegek is, mert ezeket már a medencze északi részén kifejlődött, kétségtelenül oligocæn tengeri rétegekkel helyeztem párhuzamba. Faunulájuk legközönségesebb alakjáról, a Cyrena-ról szintén megjegyeztem volt, hogy ez nagy alakját és a hát-gerincez legömbölyödött voltát tekintve, a mélyebb felső-oligocæn rétegek semistriata DESH. fajától határozottan eltér; de csak a p.-szt-mihályi rétegekben előfordulókat azonosítottam volt a Cyr. Bronguiarti BAST. fajjal, a délfrancia «Aquitanien» e vezérkagyló-jával és a zsilyvölgyi Gigas HOFM. fajjal is, míg a zsombori réte-gekben előfordulóknak idetartozásáról még kételyeim voltak. Most már belátom, hogy a zsombori rétegek cyrenája is a Brongniarti alakköréhez tartozik, s miután a még elősorolt oligocæn fajok (Natica crassatina? Psammobia aquitanica MAYER. aff.) meghatáro-zása bizonytalan, a faunula tekintetében csakugyan nem forog fenn kényszerítő ok, hogy a zsombori rétegeket már a német felső-oligocæn emeletbe helyezzük.

Tertiär rétegeink neogen csoportjára nézve tehát FUCHS TIV. megállapításai nyomán az osztályozás, e munka I. részében kö-zölttel ellentétben, következőképen módosul :

	Sor	Emelet	Rétegek és faciesbeli kiképződéseik	Betű- jegyük	Eruptiv kőzetek	Betű- jegyük
N e o g e n	Pliocæn	Levantei	Paludina-	P_2	Basalt és pyr. andesit	β . és α .
		Pontusi	Congeria-	P_1	Pyroxén- és Amphibol- andesit	α .
	Miocæn	Szarnata	Feleki v. Cerithium-	M_{III}		
		Felső vagy második(II) mediterráni	a) Tengerparti (littoralis) és sekélytengeri facies: lajtamész, conglomerát, homok, homok és tállyag sok kövülettel	M_{II_2}	Quarz- andesit vagy Dacit	δ .
			b) Mély tengeri facies: mezőségi rétegek vagy sóképződmény, gyér kövületekkel	M_{II_1}		
		Alsó vagy első (I) mediterráni	Hidalmási- Kórodi-	M_{I_4} M_{I_3}	—	—
		Aquitaniai	P.-sz.-mihályi } Zsály- M.-n.-zsombori } völgyi rét.	M_{I_2} M_{I_1}		
	Oligocæn	Kattiai-	<i>A medencze nyugati szélén:</i> Tengerpartmenti fél-sósvízi vagy édesvízi facies stb.	O_{I-II}	—	—
			<i>Ennek északi szélén:</i> Tengerparti (littoralis) és mély tengeri facies stb.			

Ezután az erdélyi felső-tertiar képződményekre vonatkozó irodalom kimutatása következik, mely összesen 230 számot foglal magában kisebb-nagyobb értekezésekben vagy önálló munkákban is. Ez irodalmat kellett, saját megfigyeléseimen kívül, földolgoznom.

Ezt követi az erdélyi ifjabb harmadkori képződményeknek részletes tárgyalása a bevezetés végén közzétett beosztás szerint, kezdve az üledékes képződményekkel. Miután az aquitanienbe tartozó p.-sztt-mihályi és a m.-nagy-zsombori rétegeket munkám I. részében már leírtam volt, II. részében azonnal az alsó mediterrán korodi-rétegekkel kezdem a leírást. Minden külön rétegeknek először kiképződési és elterjedési viszonyai vannak részletesen leírva, a mit aztán azok eddigelé kiderített faunáinak teljes jegyzéke befejez. Összeállításaim szerint eddigelé különböző szerves maradványokból ki van mutatva:

a korodi rétegekben	81 forma
a hidalmási rétegekben	228 „
a mezősegi rétegekben	116 „
a felső mediterráni emelet tengerparti faciesének agyagos-homokos rétegeiben	1543 „
a lajtamész és megfelelő rétegekben	172 „
a szarmata rétegekben	147 „
a pontusi rétegekben	47 „
az alsó-levanti rétegekben	168 „
összesen tehát	2502 külön-
böző szerves maradvány.	

A munka II. főrészében a medencze kitörésbeli képződményei vannak könnyen áttekinthető összefoglalásban tárgyalva, és pedig a következő három részre beosztva: a) A harmadkori kitörésbeli kőzetek típusai és főbb változatai petrographiai tekintetben; b) a harmadkori kitörésbeli kőzetek hegyszerkezeti viszonyai, következtetésekkel az egykori vulkánok működése módjaira; c) a harmadkori kitörésbeli kőzetek geológiai kora.

Az erdélyi tertiár medenczében szereplő vulkáni kőzetesaládoknak geológiai korát, vagyis kitöréseik idejét, a következőkép sikerült megállapítanom. Legidősebbek a *quarztrachyt*-családnak kőzetei, melyek a közép-oligocén kornak elején törtek a felületre (legalább a medencze északnyugoti részében). A *quarzmentes trachyt*-családbeli kőzeteknek korát kétségtelenül nem lehetett megállapítani; de nagyon valószínű, hogy azonnal követték a *quarztrachyt*ok kitörését, tehát szintén oly régiek. A *quarzandesit* vagy *ducit* családja kőzeteinek eruptioja a felső-mediterráni korszak

elején megkezdődött és meg-megszakításokkal annak végéig eltar-
tott, sőt az érczhegység déli részében még a szarmata korszakba
is belenyúlt. A quarzmentes *biotitandesit* valószínűleg azonnal
követte a dacitok kitörését a sorrendben, még pedig a szarmata-
korszakon belül már. Az *amphibol-* és *pyroxenandesit* kitörése
a medenczeszegély különböző pontjain nem egy időben ment
végbe; mert míg a Láposhegység és a Czibles pyroxen-
andesitje valószínűleg még a szarmata korszakon belül nyo-
mult a felületre, addig a Kelemenhegység és Hargita leg-
hatalmasabb andesitkitörései már a pontusi korszakba esnek
és a levantei korszak közepéig eltartanak. A legapróbb basalt-
vulkánok működése végre, legalább az oltmenti basaltokról biz-
tosan állítható ez, a levantei korszaknak második felében
történt.

Befejezésül megkísérlem az eddig megállapított tények alap-
ján az *erdélyi* harmadkori *medenczének* képződési folyamatát
vagyis *történetét* vázolni.

Erdély közép része egy csaknem tökéletesen körülzárt, a tele-
pülési viszonyok által jól kifejezett medenczét alkot, melyben a
harmadkori képződmények szakadatlan sora van leülepedve.
Eme körülbelül 400 négyszög mérföldet elfoglaló harmadkori me-
denczének a széleit kevés megszakítással kristályos palákból és
mesozoi rétegekből fölépült hegységek teszik, míg palæozoi réte-
gekből eddigelé csak a Dyas és kétséges Devon vannak igen alá-
rendelt foltokban kimutatva.

A harmadkori üledékek települését a medenczén belül álta-
lában véve szabályosnak és egyszerűnek mondhatjuk. Az egész
nyugoti és északi szegély mentén kevés kivétellel azt látjuk, hogy
az idősebb harmadkori rétegek a szegélyhegységhez támaszkodva,
csekély foku (5- 20°) düléssel, és csak néhány ponton merede-
kebb eséssel is, a medencze közepe felé lejtenek; minek követke-
ztében a szegélytől kezdve a közepe felé gyorsan következnek egy-
másután ifjabb és magasabb rétegek, és csakhamar mindnyája az
ifjú harmadkori rétegek általános takarója alá merül, a mint az a
bemutatott földtani térképen és szelvényeken világosan feltűnik.
Jelentékenyebb rétegzavaroknak, redővetéseknek, töréseknek és
vetődéseknek biztos nyomait a medencze északnyugoti negyedé-

ben, a szegélyhegységek mentén találjuk, s ott a törésvonalak, valamint a redőtengelyek is, a szegélyhegységgel vagy a legközelebbi kristályospala szigetek csapásvonalával haladnak párhuzamosan.

Az erdélyi medencze déli felében, különösen annak keleti és déli szélein, az idősebb harmadkori rétegek legnagyobb részét lemerülve és ifjabb harmadkori rétegekkel elborítva találjuk. Itt-ott azonban egy-egy elszakadt rögje az idősebb üledékeknek fölmerült, illetőleg fennakadt: ilyenek p. a sárd-borbándi kis eocæn sziget, a porosesdi nummulitmész-rög, a talmácsi oligocæn conglomerát és mészkő, hasonló nummulites conglomerátnak egy kis részlete Szerdahely mellett (Strun szerint), nummulites homokkő a persányi hegységben és talán az eocænkori kárpáti homokköveknek egy keskeny öve is Erdély délkeleti határán. Ez az elterjedés arra mutat, hogy egyrészt a medencze délnyugoti, déli és keleti szélének mentén az alsó-tertiær rétegek inkább ki voltak téve zavaró hatásoknak, másrészt az alsó-tertiær rétegeknek leülepedése után a medencze északi részének lassanként emelkednie, s a délinek talán megfelelően süllyednie kellett.

Az alsó-harmadkori rétegek a medencze nyugoti és déli szélének mentén discordante települnek rá meso- és palæozoi rétegekre, vagy közvetlenül a kristályos palákra, míg a délkeleti Kárpátvonulatban úgy látszik, hogy az alsó-harmadkori rétegek ugyanolyan kiképződésben, mint a krétakoriak, vagyis mint úgynevezett kárpáti homokkövek, szakadatlan sorban és egyező (concordans) rétegeességgel következnek a krétakoriak után. Ebből kétségen kívül az tűnik ki, hogy az összefüggő szárazföldnek kiemelkedése a másodkor vége felé az erdélyi medenczének déli és nyugoti felében nemcsak hogy megindult, de a harmadkort megelőzőleg annyira haladhatott már, hogy erre a leendő medenczének kerete már szakadatlan vonalban kiképződött, míg annak északi és keleti peremén legfeljebb csak egyes kisebb-nagyobb szigettömegek emelkedhettek ki a nyílt tenger öléből, s eképen a később egészen körülzáródó erdélyi medencze a harmadkor elején egy észak és kelet felé nagyrésztben nyílt tengerből lehe-
tett még.

Lóczy L. 1876-ban a Hegyes-Drócsa hegységben tett észlele-

teiből,* melyek szerint az ott kiképződött gosaurétegek szabályosan és csaknem vízszintesen települnek, míg a kárpáti homokkő rétegei hatalmasan össze vannak gyűrődve, joggal azt következteti, hogy az Erdély és Magyarország eme határhegységében a hegyemelő oldalnyomás maximumát a gosaurétegek leülepedése előtt érte volt el. De ez a hegyemelő hatás akkoriban nem csupán a Hegyes-Drócsa hegységben, de a hasonló telepedésű gosaurétegeknek Erdély déli és nyugoti határhegységeiben való elterjedéséből ítélve, Erdély egész déli és nyugoti határhegységeiben is érvényesült, s azért az erdélyi medencze eme tájain akkor, tehát a kréta időszakának vége felé, részletesebben talán a Cenoman-kornak a végén, ment végbe az az általános felületalakulás, mely nagyban és egészben a későbbi erdélyi medencze déli és nyugoti részeinek formáját és kiterjedését meghatározta. A Senon korában is folytatódott ugyan még eme területeknek emelkedése, de az azt előidéző s DK felől ható oldalnyomás nagyon gyengülő félben lehetett már.

Hogy a Kréta időszakának végén is az akkori erdélyi tenger-öböl fenekére kiestek volt valamelyes üledékek, az természetesen nagyon valószínű; de miután eddigelé ilyeneknek biztos nyomait Erdély területén nem sikerült fölfedezni, vagy azt kell hinnünk, hogy a tertiær-időszak beköszöntését előzőleg kissé sülyedt az erdélyi öböl területe, vagy hogy a legfelső krétakori üledék benne foglaltatik abban a tarka agyag és homokkőből álló hatalmas rétegösszletben, mely az erdélyi medencze északnyugoti negyedében a harmadkori üledékek sorozatát megkezdi. Tekintettel arra, hogy a gosaurétegek maradványai, kisebb-nagyobb rögjei, nagyobbára a harmadkori rétegek felszíne felett vannak elterjedve: valószínűbbnek tartom, hogy az alsó-eocænbe sorolt alsó tarkaagyag-rétegek legmélyebb szintjában kell keresnünk a Kréta-systema legfelső senoni tagját, a mely tehát lassú, zavartalan átmenetet is involvál a Kréta időszakából a Tertiærbe.

A medencze északnyugoti szegélye mentén föllépő alsó tarkaagyag rétegek abszolút kövülethiánya a Kréta-időszak végén

* Jelentés a Hegyes-Drócsa hegységbe tett kirándulásairól. Földtani Közlöny. 1876. 106. l.

és a Tertiär időszakának elején, az erdélyi eocæn tengeröböl nyugoti partjain létezett sajátos bionómiai viszonyokra enged következtetnünk. Az agyagiszap bősége mellett a szárazföldről behurczolt durvább homokos és kavicsos anyagnak tekintélyes mennyisége a folyóvizeknek zajos működésére mutat, mely a nyílt tenger felé bizonyára hatalmas iszaptorlaszok és azok mögött lagunák és tengeri mocsarak képződését elősegítette. Ezekben történhetett a részint felsósvízi, részint édesvízi rétegeknek leülepedése. Ezen fölfogás és magyarázat mellett határozottan szól az a tény, hogy a közép-eocæn korszak elejéről valódi édesvízi mocsaraknak üledéke, t. i. a zsibó-rónai édesvízi mészkő, van a tarkaagyag legfelsőbb szintjában közbetelepülve, s ennek megfelelő mészdús homokkő vagy homokos mészkő betelepülések a gyalui havasok szegélyén is észlelhetők. Az édesvízi mészkőnek föllépése a medence északnyugoti részében határozottan arra mutat tehát, hogy az erdélyi alsóeocæn öbölnek északnyugoti partvonala a tertiär-időszak elején még folyvást lassú emelkedőben lehetett.

Hogy ez öbölnek nagyobb mélységében, a partvidéktől távolabb kelet felé, ezen korszakban valódi tengeri rétegek is leülepedtek, az természetes, és nagyon valószínű, hogy a délkeleti Kárpátvonulat homokkő-képződményein belül kell keresnünk a megfelelő tengermélyi üledékeket.

A lassú emelkedés korát most a süllyedése követte, és ez már a középeocæn korszakba esik az erdélyi tengeröbölben. Az édesvízi rétegeket a tisztán tengeri perforata és alsó-durvamész rétegek leülepedése követte az akkori partok közelében s ezeknek finomabb iszapos, márgás és meszes természete is arról tanuskodik, hogy a szárazföldről behordott anyag a tengerből kiesőhöz képest már tetemesen csökkent. A nevezett rétegek gazdag faunái melegövi, tengerparti (littoralis) leülepedésre utalnak.

Ugyanakkor azonban a partvonalától keletnek távolabb eső tenger mélyében is kieshettek tetemesen eltérő faciessel bíró tengeri rétegek, habár ilyeneknek direkt összefüggését a parti rétegekkel nem ismerhetjük, mivel azok az erdélyi medence ifjabb rétegeinek takarója alatt nyugszanak. Valószínű, hogy a délkeleti Kárpátvonulatnak homokkő-képződményei foglalják magukba a

fentnevezett tengerparti rétegek æquivalens mélytengeri üledékeit is.

A középcœen korszaknak közepe táján azonban az erdélyi öböl északnyugoti partvidékein újra változás következett be, talán nem is annyira a partvidék emelkedése, mint inkább a parti övnek a hosszú idők folyamán tengeri üledékekkel történt fel- és kitöltése által. A szárazföldről befolyó csapadékvizek újra bőséges és részben durva anyagot hurezoltak be a sekély tengerparti övbe s az torlaszok képződése által újra laguna és parti mocsár területté alakult át. Ezekben ment végbe a kövületmentes felső tarka-agyag rétegeknek és az ezeknek felső szintájába közbetelepült édesvízi mésznek a leülepedése; mialatt a parttól távolabb, a nyílt tenger mélyében a tengermélységbeli rétegek képződése változatlan körülmények között folytatódhatott.

A partvidéknek további süllyedése következtében a középcœen korszak vége felé ismét a tenger sós vize árasztotta el a volt parti mocsarak területét, s ezen tengerből ülepedtek volt le a partok mentén a felső durvamész rétegek és folytatólag a felső-eocœen korszakban, növekedő lassú süllyedés mellett, az intermedia- és a bryozoa-rétegek is.

Ez alatt kelet felé a nyílt tenger mélységében folytatódott a tengermélységbeli rétegeknek leülepedése is, melyek, hogy a kárpáti homokkő csoportjába tartozhatnak, arra nézve bizonyosságul szolgál az Ó-Radna melletti előfordulás, hol a nummulittartalmú mészmárga valóban kárpáti homokkőpadok közé van települve.

Az erdélyi eocœenöbölnek déli partjai mentén az eocœen korban természetesen szintén leülepedhettek hasonló parti rétegek; de ezekből csak a közép-eocœen porcsesdi nummulitmészkö maradt a felszínen, mutatva egyúttal a localis tetemes eltérést is, az üledék minőségében és mennyiségében, az öböl északnyugoti partjaihoz mérve; míg az alsó-eocœen üledék teljesen a mélységben maradt, s a felső-eocœenből is csupán csak némi nyomok mutatkoznak már Porcsesden, de még bő nyomok maradtak fenn a sárd-borbándi hegységben.

Az oligocœen-korban az erdélyi tengeröböl partterületének lassú kiemelkedése kezd érezhetővé lenni a hójai rétegek leülepedése idejében, míg a következő közép-oligocœen rétegek (révkvörtvé-

lyesi és mérai rétegek) félsósvizi, vagy részben egészen édesvizi faunájuk alapján határozottan már erősen kiemelt parti övben vagy partmenti mocsarakban estek ki. E partmelléki faciessel egyenértékű tengermélységbeli üledékek a Kárpátok délkeleti ágának homokkő képződményeiben biztosan a meletta- és a menilith-palákban ismerhetők föl, mivel van e két eltérő faciesnek egy áthidaló és összekötő rétege, a nagy-ilondai halpikkelyes pala, mely kelet felől a parti facies képződményei közé jó messzire beletnyúlik.

A közép oligocæn-korszak elejére esik a harmadkori vulkánok működésének a kezdete is, mert akkor törtek a felületre a quarztrachyt és valószínűleg a trachyt is.

A felső-oligocæn vagy cattiai emelet korszakában leülepedett rétegek legfeltünőbben mutatják a különböző tengermélységben történt leülepedésükkel összefüggő facieskülönbségeket és azoknak egymásba való átmenetelét. A gyalui havasok tövében és a bihari hegytömb északkeleti nyújtványai mentén a cattiai emelet rétegei csaknem édesvizek még, elég bőséges szénlerakódásokkal (forgácskúti és corbula-rétegek); míg északkelet felé lépésről-lépésre követhető azoknak tiszta tengeri üledékké való átváltozása, úgy hogy az egyesült Szamos mellékén már sekély tengerparti homokos rétegekké válnak, Magyar-Lápos felé pedig valóságos tengermélységbeli agyagiszapos rétegek lesznek azokból. Hasonló faciessel még tovább, a Kárpátok délkeleti ágában, Ó-Radna és a Besztercze folyó közti területen is föllelhetők. Nincs azonban tudomásom róla, hogy ezek a rétegek a Kárpátok délkeleti ágának dél felé való folytatásában, annak gerinczén innen, valahol előfordulnának. Valószínű tehát előttem, hogy ezen ágnak kiemelkedése, s vele együtt a persányi hegység vonulatának a képződése is, az arra nyílt tengerből, és így az erdélyi medenczének kelet felé való elzárása ebben a korszakban ment végbe. Támogatja ezt a cattiai emelet tengeri rétegeinek a faunája is, mely ellentétben az alsó- és közép-oligocæn rétegeknek még mediterrán jellegével, egészen a német felső-oligocæn rétegek faunájának jellegét tünteti föl; úgy hogy legnagyobb fokban valószínű, miszerint az erdélyi medencze ebben a korszakban az északi határhegység valamely nyílásán át a németországi felső-oligocæn tengerrel állott közleke-

désben. Az erdélyi medencze e szerint a felső oligocæn-korszakban kelet felé is bezáródván, a mediterrán nyílt tengerrel való közvetlen összefüggését elvesztette; de az északkelet európai tengerrel még valamelyes kapcsolatban állhatott.

A *miocæn*-kornak legelső, vagyis az aquitanien emeletének korszakában, ugyanezek a leülepedési viszonyok a már most erdélyi beltengerben tovább tartanak és ennek folytán a Meszes heggyvonulat keleti tövében a még mindig széntartalmú m.-nagyzsombori és p.-szt-mihályi rétegek leülepednek. Ugyanekkor történik a hátszegi öbölben és különösen a zsilyvölgyi teknőben a hasonló félsós- és mocsárvízi faciesbeli széndús rétegeknek a leülepedése is. Északi irányban, vagyis az akkor még nyílt északkeleti tenger felé egyidejűleg a cattiai emelet tengeri facieséhez hasonló üledékeknek a lerakódása folytatódott.

E korszak elejétől kezdve azonban az erőlyesebb hegyemelkedés újra megindult, minek következtében aztán az északkeleti nyílt tengerrel való összefüggés is megszakadt, és az erdélyi beltenger ezután már csak a magyar mediterrán tengeröblön át tartá meg a közlekedést a nyílt mediterrán tengerrel. Kolozsvár vidékén a cattiai emelet fölött az aquitanien említett rétegei már hiányoznak, mivel azok közvetlenül az alsó-mediterráni korodi homok által boríttatnak. Kolozsvár vidéke tehát az aquitanien korszakában már egészen ki volt emelkedve, hogy aztán a következő korszakban újra a mediterrán tengernek vize alá kerüljön. Az alsó-mediterráni korodi homok és a hidalmási rétegek már a teljesen körülzárt erdélyi beltengerben ülepedtek le, mely csak a meszes hegység egyes nyílásain át és az Érczhegység déli felében közlekedhetett a magyar medenczének mediterrán beltengerével, észak és kelet felé azonban tökéletesen el volt már zárva az északkeletre eső nyílt tengertől. Nem lehetetlen, hogy a zsilyvölgyi teknő nemcsak észak felől közlekedett a hátszegi öböllel, de déli irányban is kapcsolatban állott a romániai Bahna szénteknőjével és így a Kárpátoktól délre elterülő nyílt tengerrel is.

A *felső-mediterráni* emelet korszakának elején az erdélyi medencze területének idősebb hegységeiben a délkeletről ható oldalnyomás elérte tetőpontját, minek következtében a támadó szakadási és vetődési vonalokon megindult az andesitvulkánok

nagyszabású működése is. Északnyugoton a Vlegyásza hatalmas daciteruptioi megkezdették, északon a rodnai havasok dacitjának és biotitandesitjének kitörései folytatták a vulkáni működést, a dacitok különösen rengeteg hamu- és lapilli kivetésével, melyek a beltenger fenekére leülepedvén, a felső-mediterrani üledékek sorozatát megkezdették. Ez alatt a beltenger fenekére bőven leülepedett a medenczét kerítő szárazföldről belémosott agyagmárga-iszap és agyagos homok, meg-megszakítva a későbbi daciteruptiók hamujának vékonyabb közbetelepüléseivel. Sok ponton, így például Kolozsvárnál is a Hóján, a dacittuffás mezőségi rétegek discordans helyzetben terülnek el a cattiai emelet rétegein, a mi a már említett emelkedéssel és süllyedéssel járó rétegsor megszakadásnak legbiztosabb jele.

E közben az erdélyi beltengernek a világtengertől hosszú időn keresztül teljesen elzáródnia kellett, hogy a vastag kősótelepeknek leülepedését, gypstelepek kíséretében, kimagyarázhassuk magunknak. A teljesen elzárt beltengernek sós vize, az akkor még melegövi klíma behatása alatt, lassanként bepárolgott, és a sóoldatból, miután telítési fokát elérte, a medenceze legmélyebb részeiben le kellett válnia a gypsnek és utóbb a kősonak is, melyek a csapadékvizek kilugozó hatása következtében a medenceze legmélyebb részeibe összemosattak és így tetemesebb telepekben összegyűlhettek.

Ezt a korszakot újra a világtenger betörése és a medenczét újból sósvízzel való megtöltése követte, még mindig a felső-mediterran emelet korában. A tenger áttörése valószínűleg a magyar beltenger felől, a Maros vonalán történhetett. A már leülepedett sótelepeket iszapjával elborító új tenger most, a körülzáródó magyar beltengerrel egyetemben, lassanként kiédesedni kezdett és a sótelep fölötti iszaprétegekbe zárt igen sajátosságos, kevert szerves maradványok tanúsága szerint, a mostani Feketetenger mélységbeli üledékeire nagyon emlékeztető rétegeket rakott le. Másrészt azonban ennek a mediterrán beltengernek északi és nyugoti partjain, de különösen azoknak mélyen benyúló öbleiben és szorosai-ban (például a Maros vonala) igen gazdag littoralis fauna talált kedvező életfeltételekre, a miből a kövületeikről híres lelőhelyek (Felső-Lapugy, Bujtúr, F.-Orbó, Csicsó-Hagymás stb.) keletkezése

kimagyarázható. Az erdélyi Érczhegységnek beöblösödésben gazdag sekély keleti szegélye, mely a felső-mediterrani beltengernek nyugoti partvonalát képezte, valamint az erdélyi beltengert a magyarral összekapcsoló Marosvonal, kiválóan alkalmasak voltak ilyen parti faunák dús tenyésztésére és jó darabon még korálzatónyok, s ezekből lajtmész képződésére is.

A dacitnak kitörései ezalatt gyorsan ismétlődhetnek, különösen bő hamuvtetésektől kísérve, mely mint tuffa a felső-mediterrani rétegek felső szintájában is el van terjedve. Ezen korszaknak körülbelül a végére esnek a Csicsóhegy kis vulkánjának a működése, valamint az erdélyi Érczhegység, különösen a Csetrás vonulat dacithegyeinek képződései is.

Most a *szarmata emeletnek* a korszaka állott be. A magyar beltengerrel csupán a Maros vonalán közlekedő erdélyi beltenger sós vize a szárazföld csapadékainak növekedő mennyiségétől mindinkább kiédesül, s így fenekére már túluralkodón homokos anyag ülepedik le, a szarmata-korszak jellemző puhatestű maradványaival. A medenczének északi fele a Marosig azonban e korszaknak elején csaknem száraz már; csupán Torda felől nyúlik bele Kolozsvárig a feleki magaslatnak szarmatakori üledéke; a medenczének déli fele annál általánosabban el van foglalva az akkori üledékektől. A hátszegi öbölnek csendes és tiszta vize legkedvezőbb föltételt nyújtott a szarmata faunának dús tenyésztésére s egyúttal bőséges mészkőnek a kiválására is, azért uralkodó itt a szarmata mészkőnek minden változata; míg a medencze belsejében csak iszap- és homok leülepedések, gyér szerves maradványokkal, jöhettek létre ugyanakkor.

A szarmatakori rétegek közé itt-ott települt palás, biotitos fehér tuffák tanúsága szerint a quarzment biotitandesitek, melyektől a tuffák származhatnak, valószínűleg a szarmata-korszak elején követték a valódi dacitok kitörését, még pedig a medenczének déli felében, hol a Bűdös hegytörmzse a Morgóval, a dévai hegység és az Érczhegység biotitandesit vulkánjai vethették ki a hamut; míg a medencze északi szegélyén a láposi és a czibles hegységek pyroxenandesitjének a kitörése esett bele ebbe a korszakba.

A szarmata beltenger félsós vizének további kiédesülése, de egyúttal szűkebb térre összeszorulása is, általában a medencze

déli felében, de különösen délkeleti sarkában, a Maros, Nagy-Küküllő és az Olt között, a *pontusi korszaknak* beltavára enged következtetnünk, melynek iszapos agyagmárga üledékében tavi szervezetek, de helylyel-közzel folyóvizek működésére valló kavics üledékekben folyami puhatestűek héjai is nagy mennyiségben lelhetők. A Hargita vonulatának szélein e rétegek itt-ott az andesitek törmelékét, tuffa vagy breccia képében tartalmazzák; de a vonulat kerületében e törmelékek mégis leggyakrabban a pontusi üledékek fölött terülnek el. Ebből az következtethető tehát, hogy a Hargita amphibol- és pyroxen-andesitjeinek kitörése a pontusi korszaknak a vége felé indulhatott meg, követve a Büdös-tömsz biotitandesitjének az eruptióját.

A pontusi édesvízi beltó azonban ezen korszak vége felé a Maros vonalán nagyrészt lefolyt; de a persányi hegység keleti és nyugoti tövében még tovább is visszamaradt egy-egy jókora területű édesvízi tó, s ebből a következő *levanti emelet* korszakának első felében ismét bő üledékek rakódtak le. Ez üledékek közt nem csupán tavi márga, agyagiszap és lignit vannak, hanem nagy mennyiségben a Hargita andesitjének és az oltmenti basaltnak törmeléke is, részint különválva, részint amazokkal keveredve. Ebből kitűnik, hogy a Hargita legdélibb csúcsának uralkodó pyroxenandesitjei és az oltmenti basaltok vulkánainak működése beleesik a harmadkornak ez utolsó korszakába, és bizonyára el is tartott a harmadkor végéig, ha nem nyúlik talán bele még a negyedkorba is.

A Hargitának ilyen fiatal kora mellett határozottan bizonyít még az a tény is, melyet Segesvárnál a N.-Küküllő völgye diluvialis kavicsterrazaiban megfigyeltem. E terraszok kavicsában a Hargita andesitjeinek a nyomát sem kaptam, csupán a déli (fogarasi) havasok kristályos paláinak törmelékét, míg a Nagy-Küküllő mostani ártere tele van az andesit kavicsaival. Ebből is világosan kitetszik, hogy a negyedkorban — talán az elején még — a mostani vízrendszer még nem volt kiképződve, valószínűleg azért nem, mert a Hargita déli végződésében még alig fejeződött volt be a vulkáni működés és kezdődött az erosioszülte újabb és végleges felszínalakulás; míg a fogarasi havasokból egyenesen észak felé Segesvár környékéig elhatott a lefolyó víztömegek hatása.

És ezzel elérkeztünk az erdélyi tertiær medence történetének a végéhez, melytől kezdve a diluvialis csapadékvizek erosionalis hatása vette át a főszerepet a medence felszínének átbarázdalásában és a mostani hegy- és völgyrendszer létrehozásában.

És most, 25 évi kutatásomnak eredményét bemutatva, azzal az óhajjal fejezem be munkámat, bár szolgálna az ösztönzésül arra, hogy mielőbb akadjon hazai kutatónk, ki a vizsgálat fonálát kezébe vegye ott, a hol én abbahagytam.

(A. M. T. Akadémia III. osztályának. 1898 nov. 14.-én tartott üléséből.)

A SPEKTRUMANALYSIS KÉT PARAMETER- EGYENLETE.

KÖVESLIGETHY RADÓ I. tagtól.

Bevezetés.

Az a szellemes definitio, a melyet ZÖLLNER az astrophysikáról adott, nélkülözi a directiv elvet s e hiánynak tudhatjuk be, hogy e tudomány még ma sem emelkedett lényegesen az anyaggyűjtés tevékenységén túl. Pedig minden megkívánható szabatsággal kijelölhetjük már a két égi testvértudomány különbségét s ez úton rámutathatunk az egyetlen módra is, a mely az egyiket a másiknak rég megszokott pontosságára emeli.

A csillagász az eget anyagi pontok rendszerének, röviden NEWTON-féle rendszernek tekinti, a melynek állapota teljesen ismeretes, mihelyt bizonyos kezdeti állapoton kívül az egyes pontok között ható erők adottak. Valójában azonban az égen is physikai testekkel van dolgunk, a melyek nem csupán munkavégzésre képesek, hanem a melyek hő közlésére is alkalmasak, s melyek állapota a ható erők ismeretén túl is csak bizonyos állapotjelzők segítségével ismeretes. Mindenesetre nehézség nélkül belátható, hogy a hőelmélet két főtétele az astrophysikában ugyanazon szerepre hivatott, a melyet a mechanikai elvek az astronomiában már régtől fogva betöltöttek.

Nem nehéz eldönteni azt sem, honnan veendők az egyenletekben fellépő mennyiségek? A fény a mai napig egyetlen mérhető hatása e távoli világoknak Földünkre, és valamint az astronomia megállapítja a térben a fénysugár irányát és hosszát, úgy vizsgálja az astrophysika annak belső, individuális tulajdonságait.

E gondolatmenet vezérelt, midőn évekkel ezelőtt megállapítani iparkodtam az emissioegyenlet analitikai kifejezését a hullámhosszúságtól és a kisugárzó test állapotától függő két parametertől való függésében. E két parameter, vagy a spektrum elemei, a megfigyelés által könnyű szerrel meghatározhatók és közvetve vagy közvetlenül ama változók is, a melyek a hőelmélet egyenleteibe beállítandók.

Az egyik parameteregyenletet már régen ismertem; a második rendkívül sok munkát adott. Csak most fejthettem ki annyira, hogy befejezett spektrumtanulmányaimról, mint az astrophysika tudományos alapjáról, az «Astronomische Gesellschaft» Budapesten tartott XVII. rendes közgyűlésének tehettem rövid jelentést, a mely elismerő fogadtatásra talált.

Minthogy e téren tett első kísérleteim messze visszanyúlnak és a jelen értekezés a kérdést lényegesen lezárja, kerekded egészet csak némi ismétlés árán nyújthatok. Megnyugvással jegyzem meg már most, hogy eddigi törekvéseim útmutatók lesznek az astrophysikában még akkor is, ha eredményeim némely pontban idővel megmásulnának.

Az emissio egyenlete.

Magában is világos, hogy folytonos spektrumban az emissio kifejezése számára az

$$E=f(\lambda, p_1, p_2 \dots p_r)$$

egyenlet áll fenn, a melyben E a λ hullámhosszasághoz tartozó intenzitást, $p_1, p_2 \dots p_r$ a test anyagi minőségétől és állapotától, tehát hőmérsékletétől és sűrűségétől függő parametereket jelentenek, f pedig valamely egyelőre ismeretlen, de legalább a folytonos spektrum számára spektrális (tehát az analitikai értelemnél szűkebb) értelemben folytonos függvény. Ily függvény létezése kétségtelen és korántsem mond ellent ama ismert ténynek, hogy az amplitudo, tehát az intenzitás is a rezgő mozgás integrálegyenleteiben mindig önkényes állandó képében lép fel. Az önkényesség ugyanis csupán a folyó időre, nem pedig a hullámhosszaságra is vonatkozik. Ily alakú egyenlet nélkül spektrális

értelemben vett folytonos szinkép el sem képzelhető; ennek jellemzője ugyanis, hogy sem felütlő fénymaximumokkal, sem minimumokkal nem bír.

Analytikai meghatározására lényegesen két utat látok. Vagy kiindulunk a test- és éterrészecskék mozgásából és felteszszük, hogy a testrészecské elongatioja nem lehet nagyobb, mint ama maximális távolság, a melyből az egyensúlyi helyzetbe való visszatérés még lehetséges, vagy elfogadjuk alapul a QUINTUS ICHILUS által kísérletileg is igazolt CLAUSIUS-féle tételt, mely szerint az absolut fekete test és általában bármily test emissioja más relatív törőmutatóval bíró mediumba átvive e törőmutató négyzetének arányában nő.

Az első elvet előttem már PICTET is használta sikerrel, a második tudtommal további kutatások alapjául nem szolgált. Pedig valamely sugárzó testnek más törési mutatóval bíró mediumba való átvitele a spektrális kutatás egyik legtermékenyebb elve.

Kezdetben az első úton jártam és a fellépő állandók czél-szerű megválasztása után találtam, hogy

$$E = \frac{4}{\pi} \mu A \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + l^2)^2},$$

a hol μ a folytonos spektrumban a maximumintenzitás hullámhosszaságát, A pedig a spektrum teljes (tehát $\lambda=0$ és $\lambda=\infty$ között elterjedő) intenzitását jelenti.

Az egyenlet természetesen más alakban is előállítható, a szerint, a mint minden intenzitást pl. a λ_1 hullámhosszaság E_1 intenzitására, vagy a μ sugárnak megfelelő

$$E_0 = \frac{A}{\pi \mu}$$

maximális intenzitására vonatkoztatunk.

A A és μ a spektrum két parametere, a mely az egyenlet segítségével általában két szín spektrophotometeres megfigyelése által levezethető, és a mely egyelőre ismeretlen módon függ a sugárzó test anyagi minőségétől, hőmérsékletétől és sűrűségétől. Félreértések kikerülése végett természetesen meg kell jegyezni,

hogy ez egyenlet az objektív spektrum kifejezője, melybe nincs betudva a szem, vagy a spektrumot általában felfogó egyéb készülék absorptioja vagy érzékenysége.

A spektrum $\lambda=0$ és $\lambda=\infty$ hullámhosszaságoknál nullintenzitással kezdődik és végződik és $\lambda=\mu$ hullámhosszaságnál a már előbb felírt E_0 maximummal bír. Minden, ezen maximális intenzitásnál kisebb intenzitashoz két hullámhosszaság λ_1 és λ_2 tartozik, a melyek számára

$$\lambda_1 \lambda_2 = \mu^2,$$

úgy hogy szorzatuk állandó. A spektrum azonkívül a

$$\lambda_1 = 0.3626 \mu \quad \text{és} \quad \lambda_2 = 1.5922 \mu$$

pontokban inflexiopontokkal is bír.

A spektrumnak a hőmérséklettel való változására vonatkozólag egyelőre csak annyi mondható, hogy azon sugarak, a melyek számára $\lambda < \sqrt{3} \mu$, gyorsabban válnak ragyogóbbakká, mint azok, a melyek számára $\lambda > \sqrt{3} \mu$.

Az emissioegyenlet ezenkívül kielégíti a CLAUDIUS-féle tételt, valamint annak később említendő folyományát, a melynek értelmében legalább két egymástól független parametert kell tartalmaznia.

Két tetszőleges λ' és λ'' hullámhosszaságok között fekvő spektrumrészlet \mathfrak{E} intenzitása adva van

$$\mathfrak{E} = \frac{2}{\pi} A \left(\arctg \frac{\mu(\lambda'' - \lambda')}{\lambda' \lambda'' + \mu^2} - \mu \frac{(\mu^2 - \lambda' \lambda'')(\lambda'' - \lambda')}{(\lambda'^2 + \mu^2)(\lambda''^2 + \mu^2)} \right)$$

kifejezés által, a mely tetemesen egyszerűsödik, ha a spektrum határai a $\lambda' \lambda'' = \mu^2$ feltételnek is eleget tesznek.

A mennyiben λ' és λ'' a látható spektrum határai, eltekintve a szem érzékenységétől, az adott kifejezés a látható spektrum összes intenzitását szolgáltatja és egyszerűen

$$\mathfrak{E} = AF(\mu)$$

alakban írható, a hol a második szorzó némiképen a sugárzó test keverékfényének színét jellemzi.

Az $F(\mu)$ függvénynek elég nevezetes sajátosságai vannak.

$\mu=0$ és $\mu=\infty$, azaz végtelen alacsony és végtelen magas hőmérsékletek számára eltűnik, és $\mu=0.309$ hullámhosszaság számára $F(\mu)=0.2684$ értékű maximummal bír. A legintenzívebb fehér izzáson túl a fényforrás keverékfényének színe növekedő hőmérséklet mellett is sokkal gyorsabban halad visszafelé, mint a hogyan a vörös izzástól kezdve fejlődött; így pl. a színbenyomás $\mu=0.750$ és $\mu=0.096$ számára ugyanaz. És a szem érzékenysége nem csak a FRAUNHOFER-féle A és H vonalak számára szűnik meg, hanem eltűnik egyszersmind azon μ értékek számára is, a melyek annyira kívül fekszenek a látható spektrumon, hogy abba érezhető intensitás már nem jut.

Mind e felsorolt tulajdonságok és következtetések, valamint azután levezetendő folyományok is számos megfigyelés által igazolhatók.

Az emissió egyenlete a megfigyelési hibák határán belül teljesen visszaad egy bolometer-észleleti sorozatot, a melynek terjedelme a látható spektrumét ötször felülmulja. Ez esetben természetesen a műszer érzékenységét minden hullámhosszaság számára külön kellett megállapítani.

Teljes harmoniában van ama spektrophotometeres mérésekkel, a melyeket H. C. VOGEL különböző fényforrásokon eszközölt. Ezek terjedelme ugyancsak a látható spektrum, de azért fontosak, mert összehasonlításon alapúlnak és így az érzékenység factora a két intensitás viszonyából kiesik.

Ama tétel, hogy egyenlő intensitashoz tartozó hullámhosszaságok egyenoldalú hyperbolán fekszenek, számos megfigyelési sorozat által szintén igazolható; a spektrum inflexio-pontjai az elmélet által követelt helyen vannak. Az $F(\mu)$ függvény hirtelen növekedése emelkedő hőmérséklettel, azután bizonyos hőmérsékletnél megfordulása legalább egyes esetekben LUCAS megfigyeléseinek tárgyát képezte, és a különböző színű állócsillagok fejlődésmenete is teljesen összevág a levezetett függvény e tulajdonságával.

Kuriozum gyanánt felemlíthetjük, hogy még a complementaer színekre vonatkozó észleletek is visszaadhatók ez egyenlettel s hogy a TALBOT-féle vonalokra vonatkozó megfigyelés, mely szerint a keverékfény színe változatlan marad, ha belőle legalább

kilencz homogén sugárnyalábot kioltunk, melyek fekvése nem dönt, szintén talál.

Ennyi ténynyel szemben az emissio talált egyenlete mindenestre igen alkalmas interpolatio formulának jelenthető ki, ha t. i. a molekuláris physikán alapuló levezetését kevésbbé megbízhatónak tartanók. Mindenesetre kívánatos, hogy ezen, következményeiben oly messze kiható egyenlet biztosabb alapra fektettesék, és ezért levezetésének második útját is választottam.

Ha az

$$E = f(\lambda, p_1, p_2 \dots p_r)$$

egyenletet általánosságában meghagyva r -szer felírjuk, akkor az r parameter ugyanannyi hullámhosszaság és intensitas által kifejezhető. Ezzel ismeretes azután ezen parameterek megváltozása is, ha a sugárzó testet más mediumba transferáljuk. Ha ezen műveletet végezzük és a CLAUSIUS-féle tételt ennek értelmében felírjuk, az E -nek mindkét oldalon való eleste miatt az f meghatározására függvényegyenletet nyerünk, a mely láthatólag valamely dispersioegyenlettel azonos. Ez megtanít egyrészt arra, hogy az emissioegyenletben legalább két, egymástól független parameter szerepel, és másodszor differenciálegyenletet ad, a melyből az f függvény meghatározható.

Ha ugyanis valamely már ismeretes dispersioegyenletet elfogadunk, pl. a KETTLER-félét, mely egyaránt az anomál dispersiora is érvényes és pontossága által különben is kitűnik, akkor az integrálegyenlet levezetése már lehetséges. Közelebbi meghatározása ama, bizonyára helyeseknek elismert elvek alapján történhetik, hogy a hőmérséklet és nyomás tetszőleges megválasztásával nem vagyunk képesek a folytonos spektrumból tetszőlegesen sok sugárnyalábot kioltani.

Az ily módon előállított függvény ismét a már talált emissioegyenlettel azonos.

A következőkben tehát aggodalom nélkül elfogadom a további kutatások alapjául a talált emissioegyenletet, a mely ezen legutolsó levezetése folytán pontosságát illetőleg a legkényesebb optikai mérésekkel versenyezhet.

Az emissioegyenlet még egy fontos tulajdonsággal dicseked-

hetik, a melynek messzemenő gyakorlati kihatása van, hogy összegezési theoremával nem bír, abban az értelemben, hogy két superponált spektrum nem adható vissza ugyanazon kifejezéssel. Ennek két nagyjelentésű folyománya van. Az egyik, hogy különböző rétegekből álló testek spektrumából kiválasztható egyenként minden egyes réteg spektruma. Az égi testek esetében tehát különválasztható mindenestre az izzó légkör spektruma a belső magétól. A másik az, hogy a folytonos és szaggatott spektrumok egyszerű közeli vonatkozásba jutnak. A gázvonalak kiszélesedése, majd egyszerű folytonos spektrumba való átmenetele kényszerítőleg ama következtetéshez vezet, hogy a szaggatott spektrumok ugyanezen egyenlettel bírnak. Az összes különbség csak az, hogy a folytonos spektrumban a hullámhosszaság a független változó, míg a gázok spektrumában a hullámhosszaság a folyó számok függvénye.

E tétel, a melyet már első levezetéseimben találtam, fényes igazolást nyert a BALMER-féle formulában, a mely jelenleg kissé általánosabb alakban már minden vegyi elem spektrumára bevált.

Az abszolút fekete test és az absorptio coefficiense.

Az emissioegyenlet általánossága folytán azonnal az abszolút fekete testekre is alkalmazható. Ha ezeknek parameterjeit m és H -val jelöljük, a midőn most m és H kizárólagosan a hőmérsékletnek tiszta függvénye, akkor

$$e = \frac{4}{\pi} mH \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + m^2)^2}$$

adja az abszolút fekete test spektrumát, vagy a KIRCHHOFF-féle függvény analitikai kifejezését.

A KIRCHHOFF-féle tétel értelmében most azonnal felírható az absorptio kifejezése is. Ha ugyanis μ , A és m , H ugyanazon hőmérsékletű tetszőleges és abszolút fekete test spektrumelemei, akkor

$$\frac{E}{e} = \frac{\mu A}{mH} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2.$$

Később látni fogjuk, hogy két egyenlő hőmérsékletű test számára általánosan áll ez egyenlet

$$\frac{\mu^3}{A} = \frac{m^3}{H},$$

a melynek alapján az absorptio egyszerűbben

$$a = \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2$$

alakban is írható.

Ebből következik, hogy egyenlő hőmérsékletű testek között mindig az absolut fekete test bír a legnagyobb m -mel, hogy tehát növekedő hőmérséklet mellett az absorptio állandóan nő. Igen kis hullámhosszaságok számára $a = 1$, tehát minden test átlátszatlan, nagy hullámhosszaságok esetében az absorptio $\frac{\mu^4}{m^4}$ érték felé közeledik.

Az absorptio ismerete felszabadítja a spektrumanalysist teljesen ama korlátozások alól, a melyeket a hőmérséklet határai szabhatnának. Most a testek már nem pusztán izzó állapotban, hanem tetszőleges hőmérséklet mellett vethetők alá az analysisnek: egyszer emissiojuk, máskor absorptiojuk képezi a vizsgálat tárgyát.

Az absorptio-coëfficiens könnyűséggel tetszőleges tömeg számára írható fel. Ha ugyanis a rétegvastagság egysége számára az absorptio a , akkor n -szeres vastagság mellett

$$a_n = 1 - (1 - a)^n,$$

a hol azonban feltételezendő, hogy minden réteg ugyanazon állapotú anyagból áll. A KIRCHHOFF-féle tétel folytán ime az izzó anyag mennyisége is számbavehető, a mennyiben most általánosan

$$E_n = \frac{4}{\pi} mH \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + m^2)^2} \left(1 - \left(1 - \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2 \right)^n \right),$$

a mely kifejezésben azonban E_n a spektrumegyenlet egyik már előbb említett tulajdonsága folytán nem fejezhető ki ugyanazon egyszerű egyenlet által, a mely a tömegegység spektrumát jel-

lemzi. Az intensitas maximuma ez esetben nem esik már μ hullámhosszaságra, hanem következésképen számítható.

Legyen rövidség kedvéért

$$\frac{\mu^2}{m^2} = a, \quad x = a \frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2},$$

akkor az intensitasmaximum esetében x az

$$[2a - (1 + 2a)x][1 - (1 - x^2)^n] + 2nx^2(1 - x)(x - a)(1 - x^2)^{n-1} = 0$$

egyenletből számítandó. A hozzátartozó λ azután

$$\lambda = \mu \sqrt{\frac{1 - x}{x - a}}$$

egyenletből adódik.

Ezen egyenletekből folyik tehát, hogy valamely fényforrás spektrophotometeres megfigyelése a spektrum elemeivel együtt megadja mindig a testtel egyenlő hőmérsékletű abszolút fekete test spektrumát is. A mennyiben ennek m és H eleme a hőmérséklet tiszta függvénye, ez hőmérsékletmeghatározásokhoz vezet, a melyek teljesen függetlenek a fényforrás távolságától, anyagi és felületi minőségeitől, sűrűségétől vagy nyomásától.

Egy korábban idézett egyenlet alapján, melynek levezetését későbbben adjuk, kiszámítható A is, ha μ , m és H adott és ugyan-csak hivatkozással későbbi eredményekre, megemlíthetjük azt is, hogy m egyszerűen az abszolút hőmérséklettel visszásan arányos, hogy tehát

$$m\theta = K,$$

a hol K abszolút számot jelent.

A tetszőleges tömegre vonatkozó absorptio-egyenletet ZÖLLNER, WÜLLNER és mások úgy is magyarázták, hogy rétegvastagság és sűrűség egymással æquivalensek, hogy tehát egyenletünkben n a sűrűséget is jelentheti. Ez helytelen. Ha ugyanis rétegvastagság és sűrűség a spektrumanalYSISben egymásnak æquivalensen megfelelnek, akkor nyomásváltozás folytán a spektrumban csak úgy jöhet létre változás, ha egyszersmind a fényforrás alakja is változik. Ennek pedig ellentmond a gyakorlat. E következtetésemet teljesen igazolják EBERT és JANSSEN egyenes megfigyelései is.

Ezáltal elveszítünk egy fontos és közelfekvő segédeszközt, a mely a sűrűségnek egyszerű tekintetbevételét és meghatározását tette volna lehetségessé, és melynek helyettesítője most másutt keresendő.

Az absorptio-coëfficiens felírt törvénye tehát csak rétegesen elrendezett anyagnál jöhet szóba és ezért rétegtételnek lehetne nevezni.

Az absorptio egyenletére vonatkozó összes következtetések a tapasztalattal teljes megegyezésben vannak, sőt az egyenlet maga két, természetesen csak a látható spektrumra kiterjedő megfigyelési sorozaton ellenőrizhető. H. C. VOGEL spektrophotometeres megfigyeléseket tett a napkorong különböző pontjain, hogy a chromosphæra absorptio-coëfficiensét megállapítsa; G. MÜLLER pedig a légkör absorptióját állapította meg különböző színű sugarak számára. Az első megfigyelési sorozat oly jól egyezik az elméleti adatokkal, a mint a kényes tárgynál csak várható; a második sorozat számai teljesen azonosaknak mondhatók. A megfigyelések eredménye az — a μ érték ez esetben nem is érdekel —, hogy a chromosphæra és a légkör esetében $m = 1,1631$ és $m = 6,960$. Azaz: a chromosphæra középhőmérsékletű rétegeivel és a légkör alsó rétegével egyenlő mérsékletű abszolút fekete test olyan spektrummal bír, a melyben a fénymaximum illetve 1,1631 és 6,960 ezredmillimeter hullámhosszaságra esik. Az előbb mondott tétel értelmében e szerint a chromosphæra közepes hőmérséklete, ha az alsó légréteget kerek 300° abszolút skálájúnak vesszük, 1800° az abszolút skála szerint. Ezen számadat elég jól vág amaz értékkel, a melyet STEFAN sugárzási törvényével a photosphærára vonatkozólag talál. A levegőre vonatkozó mérés egyszersmind a K állandó értékét is adja. Értéke körülbelül

$$K = 2088.$$

Az első parameteregyenlet.

DRAPER 1847-ben kísérleti úton felfedezte ama nevezetes tételt, mely szerint minden test ugyanazon hőmérsékletnél kezd ki bocsájtani ugyanazon hullámhosszaságú sugarait. A legsötétebb

vörös szín számára e hőmérséklet minden test számára mintegy 798° az abszolút skála szerint. E tétel a KIRCHHOFF-féle törvényből is adódik, még pedig a nélkül, hogy az e függvény analitikai alakját ismernők.

Tudjuk ugyanis kísérleti úton, hogy az abszolút fekete test emissioja alacsony hőmérséklet mellett minden adott hullámhosszaságú sugárra nézve igen közel null, hogy a hullámhosszassággal és hőmérséklettel folytonosan változik, még pedig oly módon, hogy sem feltűnő maximumokkal, sem minimumokkal nem bír. Minél kisebb a hullámhosszaság, annál nagyobb kell lennie a hőmérsékletnek, hogy az emissio függvénye éppen eltűnhessék.

Mint hogy az absorptio egy tényleges test számára sem lehet null, hanem mindig valódi tört, a mely kis hullámhosszaságok számára épséggel nagyon közel áll az egységhez, azért az abszolút fekete test emissiojából és bármely más test absorptio-coefficienséből képezett szorzat, azaz az utóbbi test emissioja alacsony hőmérsékletnél adott hullámhosszaság számára szintén közel null. De mihelyt ugyanezen hullámhosszaság számára emelkedő hőmérséklet mellett a KIRCHHOFF-féle e függvény a nulltól eltérő értéket vesz fel, ez a tetszőleges test emissiojával is megtörténik.

Elméletileg is követelhető tétel tehát, hogy minden test ugyanazon hőmérsékletnél fejleszti adott színsugarait. És megfordítva: egyenlő hőmérsékletű testek spektruma ugyanazon rövidebb hullámhosszaságnál végződik. WEBERnek erre vonatkozó látszólag módosító kísérletei, mint ezt annak idején kimutattam, tényleg csak erősítik a tétel értékét.

Legyen ennek megfelelőleg az emissio értéke $E = \epsilon$ végtelen kicsiny és állandó: ekkor a hullámhosszaság szerint megoldott egyenlet a két parameter oly kapcsolatához vezet, a mely adott hőmérséklet esetében minden test számára ugyanaz; vagyis

$$\lambda = \sqrt{\frac{\mu A}{\pi \epsilon}} - \sqrt{\frac{\mu A}{\pi \epsilon}} - \mu^2 = \varphi(\theta),$$

a hol $\varphi(\theta)$ a hőmérsékletnek tiszta, anyagi minőségektől vagy a test sűrűségétől teljesen független functioja. Ha sorba bontunk és ϵ kicsinségére való tekintetből a kifejtés első tagjánál megállá-

podunk, akkor a DRAPER-féle tétel értelmében két egyenlő mérsékletű test számára áll ez egyenlet:

$$\frac{\mu^3}{A} = \frac{\mu'^3}{A'},$$

tehát általánosságban

$$\frac{\mu^3}{A} = \frac{m^3}{H}$$

egyenlet is, ha a jobboldal a testtel egyenlő mérsékletű absolut fekete testre vonatkozik.

A $\frac{\mu^3}{A}$ hőmérsékleti függvény tehát általában véve ismeretes, mihelyt csak egyetlenegy testre nézve ismerjük. Meghatározása több úton eszközölhető. Magam eleinte úgy jártam el, hogy a kinetikai gázelméletre támaszkodtam. Némi, elég aggályos számítással azon eredményre jutottam, hogy

$$\frac{\mu^3 \theta^4}{A} = D,$$

a melyben D absolut szám, melyet DRAPER emlékére DRAPER-féle állandónak neveztem. Akkori eredményem mellett csupán azon egy körülmény szólt, hogy az egyenlet a STEFAN-féle sugárzási törvénnyel azonos, ha a sugárzó test keverékszíne érezhetően állandó. STEFAN tételét pedig, mint tudva van, BOLTZMANN elméleti úton is levezethette. A másik biztató körülmény az volt, hogy VIOLLE-nak kísérleti sorozatát, a mely a látható spektrum terjedelmében négy hullámhosszaságra és 775°C. -tól 1775°C. -ig emelkedő hőmérsékleti közben öt hőmérsékletre vonatkozott, meglepő pontossággal adta vissza. A legnagyobb eltérés az egyes eredmények között 2.1% , a mi tekintettel a photometeres mérések pontosságára, bizonyára teljesen kielégítő.

Ha az intensitas egységéül ama totális intensitast választjuk, a melyet 1 c^2 1775°C. hőmérsékletnél megdermedő platinafelület sugároz, a hullámhosszaság egységéül pedig az ezredmillimetert állapítjuk meg, akkor

$$D = 12737.10^8.$$

Minthogy az abszolút fekete test kisugárzása közvetlenül abszolút mértékben is levezethető, nyerjük a K és D állandók összefüggését is. 100° és 0° C. hőmérséklet között az abszolút fekete test kisugárzása $0,01763 - \frac{\text{g cal}}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$. Ha e számot röviden a -val jelöljük, akkor

$$H_{100} - H_0 = \frac{1}{D} (m_1^3 \theta_1^4 - m_0^3 \theta_0^4) = a,$$

ha θ_1 és θ_0 a két mondott hőmérsékletnek megfelelő abszolút hőmérsékletet jelenti. Tekintettel a

$$K = m\theta$$

egyenletre, ez eredmény

$$100 \frac{K}{D} = 0,01763 \frac{\text{g cal}}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$$

alakban is adható.

Ezóta több más úton ugyanazon eredményhez jutottam a $\frac{a^3}{D}$ függvényt illetőleg. A tárgy fontosságánál fogva legalább ki-jelölésük helyénvaló lesz.

A hőelmélet első tétele egészen általános foglalatjában így hangzik:

$$dQ = dU + dW,$$

a melyben U az energiát, W pedig a test által végzett munkát jelenti. A spektrum teljes intenzitását azon hőmennyiség gyanánt foghatjuk fel, a melyet a sugárzó test időegységenként veszít. E teljes intenzitás a korábban felírt

$$E_0 = \frac{A}{\pi\mu}$$

egyenlet értelmében n relatív törésmutatójú mediumba átvive n -szereződik, ha n a μ hosszúságú sugárra vonatkozó törésmutató. Minthogy a hőelmélet első egyenlete ez új mediumban is érvényes, és a dU energia növekedésnek legalább egyik additív része $Cd\theta$ alakú, ha C a szabad, állandó fajhőt jelenti, úgy következik, hogy a test hőmérséklete az új mediumban is n -szer nagyobb. De ebből

következik, hogy a $\frac{\mu^3}{\lambda}$ függvény, mint tiszta hőmérsékleti függvény csak a már idézett alakú lehet. Ugyanazon következtetéshez jutunk akkor is, ha az első egyenletet egyszer az U és W változókkal, máskor a λ és μ változókkal felírjuk, és a második esetben az integráló divisort keressük, a mely természetesen az abszolút hőmérséklettel azonos.

Hogy az abszolút fekete test maximumintenzitásának hullámhosszasága az abszolút hőmérséklettel visszásan arányos, szintén hasonló úton vezethető le. Ha ugyanis a változás egyenletéből indulunk ki, akkor az abszolút fekete testet úgy is jellemezhetjük, hogy ez azon test, mely számára ugyanazon hőmérséklet mellett a hőfelvétel vagy hőkiadás maximum. De egyszerűbben nyerjük az említett tételt a második parameteregyenlet levezetése alkalmával.

A hosszú és rövid vonalak módszere.

Az első parameteregyenlet levezetésénél alkalmazott módszer némi változtatással ama termékeny megfigyelési mód elméleti megokolására vezet, a melyet LOCKYER oly sikeresen használt fel. Ha ugyanis különböző pontjaiban változó hőmérséklettel és sűrűséggel bíró fényforrást vizsgálunk (pl. az által, hogy elektromos fényívnek a spektroskop résére vetített képét figyeljük), akkor ama vonalak, a melyek még alacsony hőmérsékletnél és kis sűrűség mellett szerepelnek a spektrumban, hosszúaknak fognak tetszeni, míg a nagy sűrűség és csak magas hőmérséklet mellett fennálló röviddek lesznek. Minthogy e módszer általában a gázspektrumok discussióját is megengedi, mellőzhetőnek nem gondolom. Az astronomiában pedig éppenséggel nagy fontossággal bír, a mennyiben az összes égi testek szerkezete és megfigyelhetősége teljesen e megfigyelési mód feltételeinek megfelel.

Noha későbben a paraméterek függése a hőmérséklettől és sűrűségtől általánosságban is felírható, itt csak abszolút fekete testek spektrumára szorítkozom. Ez ama előnnyel jár, hogy az m -nek a hőmérséklettől való függése igen egyszerűen felírható. Lényeges hibát pedig már azért sem követünk el, minthogy bármily test emissioja az abszolút fekete testéből egy valódi törttel,

az absorptiocoëfficienssel való szorzás útján levezethető. Ismétlem azonban, hogy e fejezetben nem keresünk quantitativ, hanem csupán qualitativ tulajdonságokat.

Valamely test spektruma egészen általánosan, a DRAPER-féle tételre való hivatkozással

$$E = \frac{4}{\pi D} \cdot \mu^4 \theta^4 \cdot \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu^2)^2}$$

alakban is írható. Tegyük ismét $E = \epsilon$, a hol ϵ végtelen kicsiny és állandó, akkor az egyenlet megoldása — mint előbb a hullámhosszaság szerint — a hőmérséklet szerint is történhetik.

Ha röviden

$$c_1 = \frac{2}{\sqrt{\pi \epsilon D}},$$

tehát c_1 minden test számára állandó, és abszolút fekete testek számára

$$\mu^2 \theta^2 c_2 = 1,$$

a hol a korábban bevezetett K állandóval c_2 a

$$c_2 = \frac{1}{K^2}$$

egyenlet által függ össze, akkor az egyenlet

$$\theta^{-2} = c_1 \lambda - c_2 \lambda^2$$

alakban is írható. Itt θ azon hőmérséklet, a mely mellett az abszolút fekete test λ hullámhosszaságú vonala éppen eltűnik. Mint-hogy a vonalak hossza számára külön mértékegységünk nincs, legcélszerűbb lesz θ^{-2} -t magát a spektrumvonal hosszának kijelenteni. A definitio amaz előnnyel jár, hogy a vonal hossza teljesen függetlenné válik a fényforrás és a műszer kölcsönös fekvésétől, méreteitől, a mit más definitio mellett nem lehetne elérni, és hogy közvetlenül a spektroskop rése előtt eltolható bolometerfonállal és galvanometerrel mérhető.

A felírt egyenlet értelmében a $\lambda = 0$ spektrumvonal $\theta^{-2} = 0$

hosszúsággal bír, $\lambda_0 = \frac{c_1}{2c_2}$ hullámhosszúság mellett a $\theta_0^{-2} = \frac{c_1^2}{4c_2}$ maximalis hosszúságot éri el és $\lambda = \frac{c_1}{c_2}$ pontban ismét eltűnik.

Ha a spektrum θ hőmérsékletnek megfelelő pontján át végtelen keskeny, $d\theta$ szélességű sávolyt fektetünk (a mely, ha a fényforrásban a hőmérséklet térbelileg egész lassan változik, a spektroskop egész látómezejét is betöltheti), akkor ebbe csak ama vonalak nyulnak be, a melyeknek hossza az egyenlet által szolgáltatott θ^{-2} értékkel egyenlő vagy nála nagyobb. Ezen egyenlőtlenségnek elegettévő vonalak száma egyszersmind száma mindazon vonalaknak, a melyek θ hőmérsékletnél láthatók. Ha tehát

$$z = c_1\lambda - c_2\lambda^2 - \theta^{-2},$$

akkor valamely vonal látható, vagy nem látható, a szerint a mint adott λ hullámhosszasága és az adott hőmérséklet mellett z pozitív vagy negatív. Jelölvén n -nel a spektrumban foglalt összes vonalak számát, akkor

$$N = \frac{n}{2} + \frac{1}{\pi} \sum_{r=1}^n \int_0^{\infty} \sin(c_1\lambda_r - c_2\lambda_r^2 - \theta^{-2}) y \cdot \frac{dy}{y}$$

adja az ismert discontinuitas factor tulajdonságainál fogva a spektrumban θ hőmérséklet mellett látható vonalakat. Ennek fel- említtése fontosnak látszott, minthogy LOCKYER legalább egyes esetekben csupán a látható vonalak megszámlálása alapján igen hasznavehető, 0,01 % pontossággal bíró quantitativ elemzést végezhetett, a mely természetesen tisztán empirikus alapon állt.

Ha λ_1 és λ_2 a $z = 0$ egyenlet két gyökét jelenti, és $\lambda_1 < \lambda_2$, akkor a λ_1 -től λ_2 -ig terjedő tér az egyetlen, a melyben θ hőmérséklet mellett spektrumvonalak láthatók. E tér nagysága lényegesen a hőmérséklettől függ és ennek növekedtével nagyobbodik, az által, hogy λ_1 határa a rövid, λ_2 a hosszú hullámok felé nyomul. A látható vonalak tere mindkét oldal felé symmetrikusan tágul, a láthatóság maximuma azonban megtartja helyzetét. A vonalak intenzitása e téren belül az emissioegyenletnek megfelelőleg vándorol.

A hőmérséklet kisebbedése mellett a látható vonalak tere mindinkább szűkül, és ha a hőmérséklet

$$\theta = \frac{2}{c_1} \sqrt{c_2}$$

határértéknél kisebb, egy vonal sem látható már.

Tekintettel arra, hogy a gázok spektrumában λ úgy sem folytonosan változó mennyiség, eme, szigorúan csak abszolút fekete testekre vonatkozó következtetések közelítőleg a gázokra is alkalmazhatók. Kimondhatjuk, hogy minden gáz-spektrum a $\lambda = \frac{c_1}{2c_2}$, anyagi minősége által megszabott vonal közelében egy és csak egy leghosszabb vonallal bír, a melyre a spektrum fogyó hőmérséklettel végre redukálódik. E tétel tudvalevőleg LOCKYER és FRANKLAND észleletei által teljes gyakorlati igazolást talált.

Ha gázok számára is fentartanók az abszolút fekete testre érvényes

$$\mu^2 \theta^2 c_2 = 1$$

egyenletet, a mit lényegében e fejezetben általában tettünk, hogy könnyebben áttekinthető eredményekhez jussunk, akkor e gáz n -szeres rétegvastagságban figyelve, a hasonló

$$\theta^{-2} = c_1 \sqrt{n\lambda - c_2 \lambda^2}$$

egyenlethez vezetne, feltéve, hogy a gáz absorpciója oly csekély, hogy második hatványa már elhanyagolható. Ez egyenletre való tekintetből kimondhatjuk a következő, quantitative ugyan csak közelítőleg érvényes tételt:

A sugárzó gáz mennyiségének szaporításával meghosszabbodnak vonalai, a tér, a melyben e vonalak láthatók és ezért ezek száma is. A hőmérséklet, a mely alatt az utolsó vonal is eltűnik, annál gyorsabban lép fel, minél nagyobb az izzó tömeg, és a tömeg nagyobbodása mellett mindig rövidebbhullámú ama vonal, a mely a leghosszabb vonal szerepét viseli. Ha végül az izzó gáz tömege kisebb, mint

$$n = \frac{4c_2}{c_1^2 \theta^2},$$

akkor θ hőmérsékletnél az anyag egyetlen vonala sem látható már. A felírt kifejezés tehát a spektrumanalýsis érzékenységeinek analýtikai alakja.

Mind e tételeket teljesen igazolja a tapasztalat, és BUNSEN eme szabálya: azon anyagok, a melyek spektruma már alacsony hőmérsékleteknél jelentkezik, legcélszerűbben a gázlángban s nem az elektromos szikrában észlelendők, a levezetett egyenletekben leli elméleti okát.

A Nap legszélső burkolata, az üstökösök és ködfoltok, éjszaki fény és zodiakális fény spektrumainak egyszerűsége ez alapon magyarázandó.

Függetlenül ezen levezetésektől, a melyek természetesen a még hiányzó második parameter-egyenlet segítségével bármily testek számára is teljes szigorúsággal felírhatók, kiegészíthetjük a mondottakat még a következő, csupán az emissio-egyenletre és a BALMER-féle formulára alapított folyományokkal.

Valamely gázspektrumnak legfőlebb két vonala lehet egyszerre egyenlő intenzitású, és csak egyetlen vonala bírhat a maximális intenzitással. A hőmérséklet és nyomás kellő változtatásával egymásután minden vonal válhatik a legintenzívebbé. Minthogy a gázok szaggatott és (gyenge) folytonos spektruma lényegesen a két fajhő viszonyától függ, és ez az egyes gázokra meglehetősen állandó, mondhatjuk, hogy különben azonos viszonyok között különösen ama gázok fognak fényes spektrummal birni, a melyek kevés vonalat tüntetnek fel.

Az a molekuláris elmélet, a melynek az emissio-egyenlet elvi levezetését köszönöm, már a BALMER-féle formulának alakját is teljesen megadta. Azt találtam volt ugyanis, hogy minden gázspektrum számára

$$\lambda_r^2 = \mu^2 \frac{1}{\varphi(r) - 1},$$

a hol $\varphi(r)$ az r folyó számoknak a molekuláris és atommozgások további specifikálása nélkül meg nem adható függvénye. A tapasztalat szerint ellenben a BALMER-féle egyenlet a

$$\lambda = h \frac{(n+c)^3}{(n+c)^2 - h^2}$$

alakba önthető, a melyben h , k^2 , c valamely anyagnak jellemző állandói.

Hydrogenium számára pl.: $h=0.364\ 542$, $k=2$, $c=0$ s a képlet az eddig ismert 13 hydrogenvonalat 5 számjegynyi pontossággal adja vissza. Még meglepőbb a $h=0.364\ 6205$ érték helyettesítése, a mely a hullámhosszaságban 6. számjegyre terjedő megegyezést ad. Minthogy a mindenestre érdekes képletnek physikai oka eddig megadva nincs, elegendő lesz megemlíteni, hogy a h állandó az anyag disszociálhatóságával áll kapcsolatban, s hogy az egyenlet megszabja ama, nagyon szűk korlátok között mozgó feltételeket, a melyek mellett több anyag ugyanazon közös vonalokkal bírhat.

Rokon spektrumelméletek.

Szigorúan véve minden sugárzási egyenlet az emissio-függvény egy határozott integráljának kifejezése a hőmérséklet függvénye gyanánt. Ilyen pl. a DULONG-PETIT, a ROSETTI, a STEFAN-féle formula. Mások, mint BECQUEREL és ZÖLLNER, megfigyeléseik alapján tekintetbe veszik ugyan a hullámhosszaságot s ezzel a tulajdonképeni emissio-egyenletet szerkesztenék, de mindkettő igen kevés sikerrel. Könnyű szerrel állapítható meg ugyanis mindig oly formula, a mely a korlátolt terjedelmű látható spektrum bármely helyének intenzitását szolgáltatja és ezek alapján használható interpolatio képlet. Az általánosabb alkalmazhatóság próbaköve mindig az intenzitásnak viselkedése fog maradni $\lambda=0$ és $\lambda=\infty$ határokon és különösen az absorptio-coëfficiens értéke. Ezen szempontból a felemlített emissio-egyenletek közül egy sem felel meg.

Sikeresebben foglalkozott a kérdéssel MICHELSON VLADIMIR, a kinek emissio-egyenlete lényegesen a MAXWELL-féle valószínűségi functio. Mint ilyen a spektrum két absolut végén tényleg a null-intenzitást adja. Nevezetes, hogy ama tétele, mely szerint a görbe culminatiopontjának koordinátaiból képezett derékszögű parallelogramm területe az egész görbe területével arányos, s hogy az arányossági factor valószínűleg minden anyag számára ugyanaz,

teljesen egyezik a magam eredményeivel. Egy régebb idézett egyenlet alapján áll ugyanis:

$$A = \pi \cdot \mu E_0.$$

Az absorptio-coëfficiens képzése azonban elítéli ezen elméletet is; bármint állapítsuk is meg az állandókat, mindig oly kifejezéshez jutunk, a mely bizonyos hullámhosszaságok számára az egységénél nagyobboknak adódik. Az absorptio-coëfficiens azonban jelentőségénél fogva a 0 és 1 határokat nem lépheti át. Épúgy ellene szól ez elméletnek, hogy bizonyos színekben a lemért intensitas nagyobb, mint a megfigyelt, a mi tekintettel a műszer okozta absorptiora s a műszer érzékenységre, a mely szintén valódi tört, elvi ellentmondás. Végül pedig nem elégíti ki a CLAUSIUS-féle tételt, tehát ez egyenletről hasznavehető dispersio formulára nem mehetünk át.

A második parameteregyenlet.

A DRAPER-féle egyenlet szolgáltatja ugyan a spektrum parametereivel az abszolút hőmérsékletet, de sem a sűrűségről felvilágosítást nem ad, sem pedig adott hőmérséklethez tartozó spektrum meghatározására módot nem nyújt. Az idevágó kísérletek meglehetősen egyoldalúak, a mennyiben túlnyomóan a szagztatott spektrumok vonalainak kiszélesedésével foglalkoznak, és mint-hogy a nyomás- és hőmérsékletmeghatározások ezenfelül nagyon kevésbé pontosak is, általában fel sem használhatók. Hozzájárul még, hogy a legtöbb esetben a nyomás befolyása a hőmérsékletétől külön sem választható. Spektrophotometeres megfigyelések a nyomás és hőmérséklet befolyásának kikutatására pedig teljesen hiányoznak és így legjobb esetben az emissio-függvény integrál-értékeiből lehetne kiindulni.

A nyomás és hőmérséklet hatásának különválasztása tényleg nehéz dolog, mert hiszen a hőelmélet első tételére való hivatkozással --- a melynek szereplése itt természetes -- mondhatjuk, hogy a fényforrás által kiadott hő lényegesen függ ama úttól, a melyen a hőmérséklet a nyomással együtt változik.

Ily viszonyok között a kérdés kísérleti megoldása igen tetemes nehézségekbe ütközik és kevés reményre is jogosít. Úgy

vélem azonban, hogy e téren is elegendő tapasztalattal rendelkezünk már, hogy a deductiv módszer alkalmazásba jöhessen. A kérdés megoldása azonban korántsem közelfekvő, a minek bizonyítására számos, sikertelen kísérletemre hivatkozhatom, nem különben ama hosszú időközre is, a mely az első parameteregyenlet felállítása óta elfolyt.

A kísérletek legtöbbje, melyet a kitűzött feladat megoldása végett tettem, noha egyenesen célhoz nem vezetett, egyik-másik irányban tanulságos volt, és a spektralanalysiss további alkalmazásában helyet fog találni. Ezért gondolom, nem lesz teljesen felesleges, ha a fontosabbakat ideiktatom.

a) Két test kölcsönös sugárzása.

Gondoljunk két testet C_1 és C_2 , a melyek egymásfelé hőt sugároznak. Ha a két test tömege az egységgel egyenlő és gondoskodás történt, hogy a hő szóródásának eleje vétessék, akkor a két test hőfelvétele q_1 és q_2 , illetve

$$q_1 = \int_0^{\infty} (E_2 a_1 - E_1) d\lambda \quad \text{és} \quad q_2 = \int_0^{\infty} (E_1 a_2 - E_2) d\lambda$$

alakban írható. Ha tehát egyszerűbben

$$w_i = \int_0^{\infty} \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu_2^2)^2} \frac{(\lambda^2 + \mu_i^2)^2}{(\lambda^2 + \mu_1^2)^2} d\lambda,$$

akkor a hőfelvétel

$$q_1 = \frac{4}{\pi} \mu_2 A_2 \frac{\mu_1^4}{m^4} w_1 - A_1 \quad \text{és} \quad q_2 = \frac{4}{\pi} \mu_1 A_1 \frac{\mu_2^4}{m^4} w_2 - A_2$$

alakban írható, a melyben w a két testben szereplő μ -re vonatkozólag symmetrikus. A w_i integrálja, a mely egyéb vizsgálatokban is szerepel:

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\lambda^2 (\lambda^2 + m^2)^2}{(\lambda^2 + \mu_1^2)^2 (\lambda^2 + \mu_2^2)^2} d\lambda = \frac{1}{2\mu_1} \left(A + \frac{C}{\mu_1^2} \right) \operatorname{arctang} \frac{\mu_1 (\lambda_2 - \lambda_1)}{\mu_1^2 + \lambda_1 \lambda_2} +$$

$$+ \frac{1}{2\mu_2} \left(B + \frac{D}{\mu_2^2} \right) \operatorname{arctang} \frac{\mu_2 (\lambda_2 - \lambda_1)}{\mu_2^2 + \lambda_1 \lambda_2} -$$

$$- \frac{1}{2} \left(A - \frac{C}{\mu_1^2} \right) \frac{(\lambda_2 - \lambda_1) (\mu_1^2 - \lambda_1 \lambda_2)}{(\lambda_1^2 + \mu_1^2) (\lambda_2^2 + \mu_1^2)} - \frac{1}{2} \left(B - \frac{D}{\mu_2^2} \right) \frac{(\lambda_2 - \lambda_1) (\mu_2^2 - \lambda_1 \lambda_2)}{(\lambda_1^2 + \mu_2^2) (\lambda_2^2 + \mu_2^2)}.$$

Ezen kifejezésben :

$$A = \frac{m^4 (\mu_1^2 + \mu_2^2) - 4m^2 \mu_1^2 \mu_2^2 + \mu_1^4 (3\mu_2^2 - \mu_1^2)}{(\mu_2^2 - \mu_1^2)^3},$$

$$B = - \frac{m^4 (\mu_1^2 + \mu_2^2) - 4m^2 \mu_1^2 \mu_2^2 + \mu_2^4 (3\mu_1^2 - \mu_2^2)}{(\mu_2^2 - \mu_1^2)^3},$$

$$C = \frac{2\mu_1^4 (m^2 - \mu_1^2) (m^2 - \mu_2^2)}{(\mu_2^2 - \mu_1^2)^3}, \quad D = - \frac{2\mu_2^4 (m^2 - \mu_1^2) (m^2 - \mu_2^2)}{(\mu_2^2 - \mu_1^2)^3}.$$

Ha az integrált $\lambda = 0$ és $\lambda = \infty$ határok között vesszük, akkor egyszerűbben

$$w = \frac{\pi}{4\mu_1 \mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m^2 + \mu_1 \mu_2)^2 + \mu_1 \mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2),$$

mint arról némi számítás után meggyőződünk.

A G_1 és G_2 test által felvett hő tehát

$$q_1 = A_2 \frac{\mu_1^3}{m_1^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m_1^2 + \mu_1 \mu_2)^2 + \mu_1 \mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - A_1,$$

$$q_2 = A_1 \frac{\mu_2^3}{m_2^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m_2^2 + \mu_1 \mu_2)^2 + \mu_1 \mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - A_2,$$

a mely kifejezések egyszerűsítő feltételek által tetemesen egyszerűsíthetők.

A felírt két kifejezés mindenesetre integrálja a hőelmélet első egyenletének, ha hőmérséklet és sűrűség a sugárzás által megszabott kapcsolatban áll egymással. További következtetésre ez egyenletek azonban, úgy látszik, nem alkalmasak, minthogy a

hőelmélet első tétele a A és μ variabilisek ismert függvényeiben fel nem írható.

A hő egy ismert tulajdonságánál fogva legalább bizonyos idő múlva a két test hőmérséklete ugyanaz leend. Ekkor

$$m_1 = m_2 = m$$

és

$$A_1 = \frac{\mu_1^3 \theta^4}{D}, \quad A_2 = \frac{\mu_2^3 \theta^4}{D},$$

úgy hogy a felvett hő az egyszerűbb

$$q_1 = \frac{\mu_1^3 \theta^4}{D} \left(\frac{\mu_2^3}{m^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m^2 + \mu_1 \mu_2)^2 + \mu_1 \mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - 1 \right)$$

$$q_2 = \frac{\mu_2^3 \theta^4}{D} \left(\frac{\mu_1^3}{m^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m^2 + \mu_1 \mu_2)^2 + \mu_1 \mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - 1 \right)$$

alakot ölti.

Ha ezenfelül a két test még ugyanazon anyagból is áll, akkor

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu,$$

és mindkettőre a már egyenlő felvett hőmennyiség

$$q = \frac{\mu^3 \theta^4}{8Dm^4} (5\mu^4 + 2m^2\mu^2 - 7m^4).$$

E hőmennyiség mindenesetre valamilyes, de közelebből meg nem jelölhető kapcsolatban fog állani a test isothermikus változásával.

Ama kísérletek, a melyeket végeztem, midőn a C_2 testet a C_1 anyagból álló KIRCHHOFF-féle szekrénybe zártam és ily viszonyok között kerestem az emissio-functiot, újabb eredményekhez szintén nem vezettek.

Némileg hasonló módszer, hogy a sugárzó testet teljesen reflektáló gömbbe zárjuk, majd a gömb belsejét a külső mediummal végtelen vékony nyílások segítségével közlekedésbe hozzuk. A sugárzási különbségre alkalmazhatók ugyan a hőelmélet egyenletei, de többet nem tudunk meg belőlük, mint hogy a kisugárzott energia valamilyes függésben áll a rendszer entropiajával. Ezen

utóbbi útmutatás majdnem minden egyes kísérletnél tapasztalható volt.

b) A sugárzó test translatioja más mediumba.

Ezen fogáson alapúl a kérdés végleges megoldása, csakhogys első kísérleteim alkalmával, a melyekről most szólok, az átvitel alkalmával mutatkozó energiaváltozásnak megfelelő munkát kerestem. Ily módon belejutottak a problémába a medium állapotmeghatározói, a mi nem volt kívánatos és azonfelül tetszőleges függvények, a melyeket közelebbről meghatározni nem voltam képes.

Némi formális sikerrel biztatott a törésmutató levezetése is. Az emissio-függvény és a dispersio-egyenletek közeli rokonsága mellett e gondolatmenet látszólag eredményhez vezet. De az alkalmazásnak útját állja, hogy nemcsak a dispersio, hanem még a törésmutató függése a hőmérséklettől és sűrűségtől sem ismeretes kellőképen.

A más mediumba való átszállítással elvileg teljesen egy jelentőségű ama változás számbavétele, a mely a sugárzó testen időben mutatkozik. Ez különösen égi testekre való alkalmazásban használható egyöntetű módszer, de természetesen csak gázokra terjeszthető ki.

Ha ugyanis valamely gáznemű, gömbalakú égi test sugara idővel értékének $\frac{1}{n}$ -edére húzódik össze, akkor minden v térfogatból $\frac{v}{n^3}$ lett. Az eredeti p nyomás pn^4 -re emelkedik, minthogy egyrészt a felület n^2 -szer kisebb, a nehézségi gyorsulás ellenben ugyanannyiszor nagyobb lett. A GAY-LUSSAC-BOYLE-féle törvény segítségével látni, hogy az eredeti θ hőmérséklet $n\theta$ -ra emelkedett. A fejlődési menet tehát

$$p^3v^4 = \text{const.}; \quad p\theta^{-4} = \text{const.}; \quad \text{és} \quad v\theta^3 = \text{const.}$$

egyenletekkel van adva, és a feladat arra van visszavezetve, hogy a spektrum időbeli változásai ez egyenletekkel kapcsolatba hozasának.

Földi fényforrások számára hasonló, de tetemesen egy-

szerűbb egyenletek állíthatók fel, a mennyiben a legtöbb kísérlet vagy állandó térfogat, vagy állandó nyomás mellett megy végbe.

Mindez említett esetekben a hőelmélet első egyenlete integrálható ugyan, de az eredmény, a mely a priori csak abszolút gázokra vonatkozik, nem teljesen kielégítő.

c) A hőelméleti egyenletek explicit alakja.

Minthogy a spektrum két egymástól független parameterrel bír, kétségtelen, hogy ezek szerepelhetnek a hőelmélet első egyenletében állapothatározók, azaz változók gyanánt. Az első tétel tehát így hangzik:

$$dQ = \varphi(A, \mu) dA + \psi(A, \mu) d\mu,$$

mely egyenletben φ és ψ tudvalevőleg nem elégítik ki az integrabilitás feltételét. A második tétel révén tudjuk azonban, hogy az abszolút hőmérséklet, azaz

$$\theta = \sqrt[3]{D} A^{\frac{1}{3}} \mu^{-\frac{2}{3}}$$

az egyenletnek integráló divisor. Ha az egyenlet felállítása, azaz a φ és ψ függvény meghatározása sikerül, akkor ugyan nincs meg a kapcsolat A, μ és másképp választott állapotjelzők, pl. θ és s között, de egynehány általánosabb következtetés mégis vonható, és főleg az égi testek fejlődési jelenségei legalább a spektrumuk révén követhetők.

Ha a testet más mediumba szállítjuk át, akkor A -ból nA , μ -ból ellenben $\frac{\mu}{n}$ lesz. Minthogy A a Q -nak legalább is egyik additív része, úgy következik, hogy a hőfelvétel egyenletének minden egyes része más mediumban n -szeresedik. Tekintve most, hogy $A\mu$ a törésmutató változásával szemben invariáns, az első egyenletet immár ez alakban írhatjuk:

$$dQ = \Phi(A\mu) dA + \frac{A}{\mu} \Psi(A\mu) d\mu.$$

A második tétel ezután a két függvény között egyszerű kapcsolatot létesít, a mennyiben

$$\Phi(A\mu) - \Psi(A\mu) = A(A\mu)^{-\frac{3}{2}},$$

ha A az integratio állandóját jelenti.

Ha most feltételezhetnők, hogy az összes intensitas növekedése a hőkiadással azonos, legalább abban az esetben, midőn μ állandó, akkor

$$\Phi(A\mu) = -1$$

és ennek megfelelőleg

$$dQ = -dA - \frac{A}{\mu} (1 + A(A\mu)^{-\frac{3}{2}}) d\mu,$$

míg az entropia egyenlete

$$S_0 - S = \frac{4}{3J^{\frac{3}{2}}} (A\mu)^{\frac{3}{2}} + \frac{A}{D^{\frac{1}{2}}} \lg \mu.$$

Ezen egyenlet legalább gázok számára már megadja a második kivánt egyenletet a spektrum két parametere és a hőmérséklet meg nyomás között. Levezetéséhez azonban sok szó fér, mert éppen nem valószínű, hogy a kisugárzott intensitas a hőkiadással egyszerűen azonos lenne. Ezen feltevés nélkül az entropia

$$S = S_0 + X(A\mu) + A \lg A$$

alakban jelentkezik, a mely még mindenestre általános. Ha ebben A -t kifejezzük a DRAPER-féle törvény által, a következő

$$S = S_0 + Y(\mu\theta) - A \lg \mu$$

egyenlethez jutunk.

Minthogy állandó hőmérséklet mellett az absolut fekete test veheti fel a legtöbb hőt, úgy következik, hogy ennek entropiaváltozása maximum, és ennek folytán

$$\frac{\partial}{\partial \mu} \left(\frac{\partial S}{\partial \mu} \right) = 0 = Y''(\mu\theta) \theta^2 + \frac{A}{\mu^2}.$$

Ezen egyenlet megoldása, minthogy tetszőleges hőmérsékletre érvényes,

$$m\theta = K,$$

a hol — az absolut fekete testről lévén szó — K absolut állandó.

Ugyanazon egyenlethez jutunk akkor is, ha a hőelmélet első tételének levezetésénél használt gondolatmenetet továbbfűzve, az energiát és a külső munkát is kifejezzük. A megfelelő egyenletek

$$U = Af(A\mu) \quad \text{és} \quad pdv = g(A\mu)dA + h(A\mu)\frac{A}{\mu}d\mu,$$

a melyekben f, g, h ismeretlen függvények. Ez úton sikerül v -t és p -t is kifejezni A és μ függvénye gyanánt és ha ezekben a sűrűséget oly nagynak vesszük, hogy a kis $v=v_0$ térfogat mellett a sugárzó test az abszolút fekete test spektrumát mutatja, ismét a levezetett és már korábban felhasznált vonatkozáshoz jutunk.

Ily módon a testek általános állapotí egyenlete, azaz az

$$F(\theta, p, v) = 0$$

egyenlet is levezethető, csak hogy mindezen levezetések csupán formálisak, minthogy a fellépő függvények meghatározására módunk nincs. Éppoly kevésbé vezettek célhoz ama kísérletek, a melyekben a most tárgyalt eredményeket valamely sugárzási formulával iparkodtam kapcsolatba hozni.

Bármily tanulságos megjegyzésekhez vezettek is e megfontolások, a tulajdonképeni feladat megoldásához egy lépéssel sem vezettek közelebb. Nem teszik ezt természetesen akkor sem, ha a hőt mozgásnak tekintjük és a testben észlelhető mozgásokat vetjük számítás alá. Ily úton behozható ugyan az abszolút hőmérséklet, a A és μ paraméterek, de ezek kapcsolata a sűrűséggel vagy nyomással továbbra is homályban marad, a mennyiben a molekuláris távolságok függése ezen állapotjelzőktől megnyugtató módon össze nem köthető. Legtöbb kilátással kecsegtetett e téren még az absorptio behozatala. Ennek már felírt kifejezése ugyanis alakjánál fogva a rezgés amplitudójával hozható kapcsolatba s ennek révén a rezgési egyenletek alapján a test molekuláris szerkezetével is rokonságban áll.

d) A test translatioja és a hőelmélet második tétele.

A keresett második parameteregyenlet az egyszer már felhasznált elv alapján igen egyszerűen adódik, ha a testet más törésmutatójú mediumba átszállítjuk.

Gondoljunk valamely testet, mely az adott mediumban, adott állapot mellett az \mathfrak{E} összes energiát sugározza. A test hőmérséklete legyen θ , energiája U , munkavégzése W . Ha ezt a testet átviszszük egy oly mediumba, a melynek törésmutatója a végtelen kis dn -nel nagyobb, akkor összes intenzitása $\mathfrak{E}dn$ -nel nagyobbodik. E sugárzási többlet, minthogy ez esetben egyéb hőfelvétel vagy hőkiadás nem történt, az átvittel járó hőkiadás, és ennek folytán

$$-\mathfrak{E}dn = dU + dW$$

egyenlet felírható, a melyben a jobboldal az energiaszaporodást és a végtelen kis végzett külső munkát jelenti.

Ez egyenlet több sugárzó test esetében is érvényes. Legyen adva két egyenlő és egyenlő állapotú test C_1 és C_2 . Ezek pillanatnyi intenzitása a légüres térben \mathfrak{E} , mindkettőnél egyenlő, és az n törésű mediumban hasonlóképen $n\mathfrak{E}$. A két test között természetesen teljes hőegyensúly uralkodik.

Most átviszszük a C_2 testet az $n + dn$ törésű mediumba. Ez által megváltozik állapotja, s megfelelő változás észlelhető bizonyos idő múlva a régi mediumban maradt C_1 testen is.

A stationáló állapot beállta után a következőképpen oszthatunk: A C_2 test emissioja, minthogy hőmérséklete $d\theta$ -val, térfogata dv -vel, mediuma dn -nel változott,

$$\left(\mathfrak{E} + \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial v} dv \right) (n + dn) = n\mathfrak{E} + n \left(\frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial v} dv \right) + \mathfrak{E}dn,$$

ha másodrendű végtelen kis mennyiségektől eltekintünk. A C_1 test hőmérséklete ugyancsak $d\theta$ -val, térfogata ugyanazon dv -vel nőtt, mert a kölcsönös rásugárzás egyenlő és ennek folytán a hőmérsékletek is egyenlők. A változás ekkor isentropikus és isotherm, tehát a térfogat is mindkét testnél egyformán változik. A C_1 testnek emissioja lett

$$\left(\mathfrak{E} + \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial \theta} d\theta + \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial v} dv \right) n,$$

C_2 kisugárzási többlete tehát $\mathfrak{E}dn$, s ennek folytán ez tehető a hőelmélet első egyenletébe hőkiadás alakjában.

n jelenti, éppen úgy mint a dispersio elméletben, a sugárzó test s a medium relativ törésmutatóját. Minthogy ez okvetlenül függvénye a test hőmérsékletének és sűrűségének, kell, hogy a

$$dn = \frac{1}{\mathfrak{E}} (dU + dW)$$

egyenlet integrabilis legyen. A hőelmélet második tételének értelmében θ , az absolut hőmérséklet az egyenletnek egy integráló divisorra, és ennek folytán $\theta\varphi(S)$, a hol φ az entropia tetszőleges függvénye, ezen divisorok általános alakja. E szerint

$$\mathfrak{E} = \theta\varphi(S),$$

és ez egyenlet helyességéről meggyőződhetünk nagyon könnyen, a mennyiben behelyettesítése az integrabilitást kifejező egyenletbe ad:

$$\varphi(S) \cdot \left(\theta \left(\frac{\partial}{\partial v} \left(\frac{\partial W}{\partial \theta} \right) - \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\partial W}{\partial v} \right) \right) + \frac{\partial U}{\partial v} + \frac{\partial W}{\partial v} \right) = 0.$$

Ámde a zárjeles kifejezés magában is null, a mennyiben éppen kifejezője annak, hogy θ az egyenlet integráló divisorra. A behelyettesítésnél természetesen tekintetbe veendő, hogy

$$dQ = \theta dS$$

lévén,

$$\frac{\partial S}{\partial \theta} = \frac{1}{\theta} \left(\frac{\partial U}{\partial \theta} + \frac{\partial W}{\partial \theta} \right) \quad \text{és} \quad \frac{\partial S}{\partial v} = \frac{1}{\theta} \left(\frac{\partial U}{\partial v} + \frac{\partial W}{\partial v} \right),$$

és hogy a külső munka jelentőségénél fogva $\frac{\partial^2 W}{\partial \theta \partial v}$ és $\frac{\partial^2 W}{\partial v \partial \theta}$ egymástól különböznek.

Minthogy \mathfrak{E} legalább a tömeg egység számára A -val azonos, a DRAPER-féle egyenletre való tekintettel azt mondhatjuk ki, hogy az entropia a $\mu\theta$ változónak függvénye, a mint azt már több ízben is mutatták a megejtett vizsgálódások.

Az egyenlet éppoly egyszerűen most már más úton is levezethető. Ha ugyanis \mathcal{E} -t úgy fogjuk fel, mint az időegység alatt a sugárzás által vesztett hőt, akkor a hőelmélet első egyenlete

$$-\mathcal{E}dt = dU + dW$$

alakban írható. Minthogy az idő a sugárzás folytán szükségképpen megváltozó hőmérséklet és térfogat vagy sűrűség függvénye gyanánt tekinthető, következik ez úton is, hogy az összes intensitás az első hőelméleti egyenlet integráló divisorosa.

Ugyanezen egyenlethez jutunk, ha \mathcal{E} alatt a felületegységről sugárzott hőmennyiséget értjük. A felületet f -vel jelölve, áll

$$-\mathcal{E}df = dU + dW,$$

és semmi kétséget sem szenved, hogy f úgy θ , mint v függvénye gyanánt tekinthető. Sőt az egyenlet ezen alakja még a sugárzás közben netalán bekövetkező alakváltozások esetén is érvényes.

A levezetett eredmény egészen általános, sőt még a külső munka kifejezése is általánosabb alakban jelenik meg, mint a hogy rendesen adni szokták. Ha ugyanis a test felületére normálisan a p nyomás gyakoroltatik, akkor tudvalevőleg

$$dW = p dv$$

tehető.

Az egyetlen most még felmerülő kérdés a $\varphi(S)$ függvény meghatározása körül forog.

E kérdés megoldására szintén két methodust találtam; az első mindenestre nagyon hiányos és abban a hibában is szenved, hogy kizárólagosan gázokra érvényes. De minthogy megfordítva talán a dissociatio-folyamat tanulmányozásában némi segítségül lehet, nem akarom hallgatással mellőzni.

a) A dissociatio mint az entropiafüggvény meghatározója.

Valamely gáz v térfogata tartalmazzon N molekulát, melynek mindegyike V_0 atommal bír. Az összes atomok száma tehát NV_0 és ezen szám a dissociatio alatt is állandó marad. Ha most a dissociatio egyik stadiumában x molekula V atomos molekulákra bomlik, akkor marad $N-x$ eredetileg V_0 atomos molekula és

$\frac{V_0}{V}x$ számú V atomos molekula. Az összes molekulák száma tehát $N + \left(\frac{V_0}{V} - 1\right)x$, és az egyes molekula közép atomszáma e szerint

$$n = \frac{NV_0}{N + \left(\frac{V_0}{V} - 1\right)x},$$

mely szám tovahaladó disszociációval természetesen folytonosan változik.

A gázelmélet egyik ismert tétele alapján nyerjük a molekuláris és atommozgás összehasonlítása folytán ama nevezetes tételt, hogy az n atomos gáz állandó nyomás és állandó térfogat melletti fajhőjének viszonya

$$k = \frac{2n+3}{2n+1},$$

a miből

$$k-1 = \frac{2}{2n+1}.$$

A disszociatio alatt a k folytonosan változónak tekinthető, és értéke az előbbieket szerint

$$k-1 = \frac{2\left(N + \left(\frac{V_0}{V} - 1\right)x\right)}{N(2V_0+1) + \left(\frac{V_0}{V} - 1\right)x}.$$

Hasonlóképpen változik a térfogat is. Az AVOGADRO-féle szabály értelmében a változó v' és a kezdeti v térfogat közötti relatio

$$v' = v \left(1 + \left(\frac{V_0}{V} - 1\right) \frac{x}{N}\right).$$

Az entropia gázállapotú anyagoknál lényegesen a θv^{k-1} argumentumtól függ, és ezért a disszociatio egész folyamata alatt kisugárzott intensitas

$$\mathfrak{E} = \theta \int_0^1 \varphi \left(\theta \left(v \left(1 + \left(\frac{V_0}{V} - 1 \right) \frac{x}{N} \right) \right)^2 \frac{1 + \left(\frac{V_0}{V} - 1 \right) \frac{x}{N}}{2V_0+1 + \left(\frac{V_0}{V} - 1 \right) \frac{x}{N}} \right) d\frac{x}{N},$$

ha

$$x = \frac{x}{N}.$$

A határok az által szabhatók meg, hogy a dissociatio kezdetén $x=0$, végén pedig, midőn már minden molekula szétesett, $x=N$.

A következő helyettesítés

$$u = \frac{1 + \left(\frac{V_0}{V} - 1 \right) x}{2V_0 + 1 + \left(\frac{V_0}{V} - 1 \right) x}$$

tetemesen egyszerűbb eredményhez vezet. Ugyanis

$$\mathfrak{G} = \frac{4V_0}{V_0 - 1} \cdot \frac{2}{2V_0 + 1} \int_0^{\frac{2}{2V_0 + 1}} \varphi \left(\frac{2V_0 u}{2 - u} \right) \frac{du}{(2 - u)^2}.$$

Ha tehát két atomos gáz a dissociatio folytán egy atomos molekulákra bomlik, akkor $V_0=2$, $V=1$, és a dissociatio alatt kibocsátott intensitas:

$$\mathfrak{G} = 8 \int_0^{\frac{2}{3}} \varphi \left(\frac{4u}{2 - u} \right) \frac{du}{(2 - u)^2}.$$

Minthogy az $[\mathfrak{G}]$ értéke a dissociatio folyamata alatt megfigyelhető, nemkülönben a dissociatio közép hőmérséklete ismeretes, a φ függvény — bár mindenesetre körülményesen — meghatározható.

Sikerült azonban a $\varphi(S)$ függvényt sokkal egyszerűbb és biztosabb úton meghatározni, és ennek folytán a spektrumanalysis a jelzett úton a dissociatio folyamatok tanulmányozására is fordítható. Erre vonatkozó útmutatást egyszer már nyertünk, midőn a BALMER-féle formulával foglalkoztunk. A kettő együttvéve mindenesetre ezen nehezen tanulmányozható téren is hálás vizsgálatokhoz vezet.

$\beta)$ Az entropiafüggvény meghatározása a tömegintegrál alapján.

A φ függvény meghatározásának azonban sokkal biztosabb módja van, a mely semmiféle hypothetikus alapon nem áll.

Vegyünk ugyanis két azonos testet, ugyanazon anyagból, ugyanazon állapotban, ugyanazzal az alakkal. Ha az egyiknek tömege az egység, míg a másiknak minden lineáris mérete n -szer nagyobb, akkor felülete n^2 , tömege és ezért entropiája is n^3 -szor akkora. Ennek következtében áll a következő egyenlet:

$$A = \theta\varphi(S),$$

és

$$\frac{4}{\pi} m H n^2 \int_0^\infty \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + m^2)^2} \left(1 - \left(1 - \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2 \right)^n \right) d\lambda = \theta\varphi(n^3 S),$$

a mennyiben ez esetben a rétegtétel teljes joggal alkalmazható. A tömeg és sugárzás nem arányos voltával függ össze egyebek között ama ismert tény is, hogy nagyobb tömeg lassabban hül. Az abszolút fekete test természetesen éppen ezen rétegtétel folytán kerül a problémába, a mennyiben n rétegből kilépő fény

$$E \frac{1 - (1-a)^n}{a} = e(1 - (1-a)^n)$$

kifejezés által adott. Minthogy az abszolút fekete test már végtelen vékony rétegben is ugyanazon spektrumot adja, mint véges vastagság mellett, emissioja teljes szigorral a felülettel, tehát n^2 -tal arányos. Egyéb testeknél a viszony már nagyon komplikált. Így pl. egy r sugarú gázgömbnek egy külső pont felé sugárzott intensitása

$$I = \frac{\pi}{q} i r^2 \left(1 - \frac{1}{2q^2 r^2} + \frac{1}{qr} \left(1 + \frac{1}{2qr} \right) e^{-2qr} \right),$$

a mely kifejezésben i a felületegység emissioját, q pedig

$$q = -1. (1-a)$$

értéket jelenti. A test méretei már a gömb esetében is elég komplikált módon szerepelnek.

A mennyiben az előbb felírt integrál, a melyet röviden

tömegintegrálnak lehetne nevezni, többször szerepel, reductiójával röviden foglalkozhatunk. Legyen

$$N = \int_0^{\infty} \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + m^2)^2} \left(1 - \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2 \right)^n d\lambda,$$

akkor

$$\mathfrak{E} = n^2 \left(H - \frac{4}{\pi} m H N \right).$$

Az

$$\frac{\mu^2}{m^2} = a, \quad x = a \frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2}$$

helyettesítés

$$N = \frac{a^3}{2m(1-a)} \int_a^1 \sqrt{\frac{1-x}{x-a}} \frac{(1-x^2)^n}{x^3} dx$$

eredményhez vezet. A további

$$\frac{1-x}{x-a} = \operatorname{tg}^2 u$$

helyettesítés

$$N = 2^n \frac{(1-a)^n a^3}{m} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^{2n+2} u \left(1 - \frac{1-a}{2} \sin^2 u \right)^n}{(1 - (1-a) \sin^2 u)^3} du$$

eredményhez vezet, a mely gammafüggvények segítségével leg-
alább végtelen sor alakjában integrálható.

Az előbbi egyenlet egyik könnyű integráció elvégzése után

$$n^2 H \left(1 - \frac{4}{\pi} m \int_0^{\infty} \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + m^2)^2} \left(1 - \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2 \right)^n d\lambda \right) = \theta \varphi(n^3 S)$$

alakban is írható. Mivel H az adott testtel egyenlő mérsékletű
abszolút fekete testre vonatkozik, tehetünk

$$H = \frac{m^3}{\mu^3} A = \frac{m^3}{\mu^3} \theta \varphi(S),$$

és ennek folytán

$$\mu^3 \frac{m^3}{\mu^3} \varphi(S) \left(1 - \frac{4}{\pi} m \int_0^{\infty} \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + m^2)^2} \left(1 - \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2 + m^2}{\lambda^2 + \mu^2} \right)^2 \right)^n d\lambda \right) = \varphi(n^3 S),$$

a mi által $\varphi(S)$ számára könnyen differenciálegyenletté átalakítható függvényegyenletet nyertünk.

Legyen most

$$\frac{\lambda}{m} = x,$$

és továbbá rövidítésül:

$$\frac{m}{\mu} = q.$$

A behelyettesítés eredménye:

$$n^2 q^3 \varphi(S) \left(1 - \frac{4}{\pi} \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+x^2)^2} \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right)^n dx \right) = \varphi(n^3 S)$$

és ezen egyenlet nyilván minden tetszőszerinti n számára érvényes. Ez okon differenciálható n szerint, a mi az

$$\begin{aligned} 2nq^3 \varphi(S) \left(1 - \frac{4}{\pi} \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+x^2)^2} \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right)^n dx \right) - \\ - \frac{4}{\pi} n^2 q^3 \varphi(S) \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+x^2)^2} \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right)^n \cdot \\ \cdot \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right) dx = 3n^2 S \varphi'(n^3 S) \end{aligned}$$

egyenletet adja, a mely n általánossága mellett még akkor is érvényes marad, ha benne

$$n = 1$$

helyettesítéssel élünk. Ez ad

$$\begin{aligned} 2q^3 \varphi(S) \left(1 - \frac{4}{\pi} \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+x^2)^2} \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right) dx \right) - \\ - \frac{4}{\pi} q^3 \varphi(S) \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+x^2)^2} \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right) \cdot \\ \cdot \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2 x^2} \right)^2 \right) dx = 3S \varphi'(S). \end{aligned}$$

a mi máris a keresett differenciálegyenlet $\varphi(S)$ számára.

Az első sorban álló integrálok értékei

$$\int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+x^2)^2} dx = \frac{\pi}{4} \quad \text{és} \quad \int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+q^2x^2)} dx = \frac{\pi}{4q^3},$$

és ezért az egyenlet valamivel egyszerűbben

$$2\varphi(S) - \frac{4}{\pi} q^3 \varphi(S) \left(\int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+x^2)^2} l. \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2} \right)^2 \right) dx - \right. \\ \left. - \int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+q^2x^2)^2} l. \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2} \right)^2 \right) dx \right) = 3S\varphi'(S)$$

alakban is írható.

Írva

$$u(p) = \int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2} l. \left(1 - \left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2} \right)^2 \right) dx,$$

egyenletünk egyszerűen

$$2\varphi(S) - \frac{4}{\pi} q^3 \varphi(S) (u(1) - u(q)) = 3S\varphi'(S)$$

alakba megy át.

A következőkben csupán

$$\omega(p, r, s) = \int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2} l. (r+sx^2) dx$$

integrállal kell foglalkoznunk. Ha ez ismeretes, akkor

$$u(p) = \omega(p, 0, 2(q^2-1)) + \omega\left(p, 1, \frac{q^2+1}{2}\right) - 2\omega(p, 1, q^2),$$

minthogy ugyanis

$$u(p) = \int_0^{\infty} \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2} \left(l. 2(q^2-1) + l. x^2 + \right. \\ \left. + l. \left(1 + \frac{q^2+1}{2} x^2 \right) - 2 l. (1+q^2x^2) \right)$$

alakra is felbontható.

Az $\omega(p, r, s)$ integrálnak s parameter szerinti differentiatioja ad:

$$\frac{\partial \omega(p, r, s)}{\partial s} = \int_0^\infty \frac{x^4}{(1+p^2x^2)^2(r+sx^2)} dx,$$

s ezen integrál könnyen kiszámítható.

Irva

$$\frac{1}{(1+p^2x^2)^2(r+sx^2)} = \frac{A}{(1+p^2x^2)^2} + \frac{B}{1+p^2x^2} + \frac{C}{r+sx^2},$$

a hol

$$A = \frac{p^2(rp^2-s)}{(s-rp^2)^2}, \quad B = -\frac{p^2s}{(s-rp^2)^2}, \quad C = \frac{s^2}{(s-rp^2)^2},$$

a következő egyszerű eredményre jutunk:

$$\frac{\partial \omega(p, r, s)}{\partial s} = \frac{\pi}{2} \left(C \frac{r}{s^2} \sqrt{\frac{r}{s}} + \frac{B}{p^5} - \frac{3}{2} \frac{A}{p^5} \right).$$

vagy A, B, C értékeire való tekintettel:

$$\frac{\partial \omega(p, r, s)}{\partial s} = \frac{\pi}{2(s-rp^2)^2} \left(r \sqrt{\frac{r}{s}} - \frac{s}{p^3} - \frac{3}{2p^3}(rp^2-s) \right).$$

Ha most s szerint integrálunk, akkor az eredmény

$$\begin{aligned} \omega(p, r, s) = \text{Const.} + \frac{\pi \sqrt{r}}{2p^3} & \left(\frac{1}{2p \sqrt{r}} \cdot \frac{p \sqrt{r} + \sqrt{s}}{p \sqrt{r} - \sqrt{s}} - \frac{\sqrt{s}}{s-rp^2} \right) - \\ & - \frac{\pi r}{2p(rp^2-s)} + \frac{\pi}{4p^3} \cdot \frac{1}{(rp^2-s)}. \end{aligned}$$

Az állandó meghatározása nem okoz nehézséget; ha ugyanis $s=0$, akkor

$$\omega(p, r, 0) = 1 \cdot r \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2} dx = \frac{\pi}{4p^3} \cdot 1 \cdot r,$$

a mi néhány egyszerűsítés után

$$\omega(p, r, s) = \frac{\pi}{2p^3} \left(\frac{p \sqrt{rs}-s}{rp^2-s} - 1 \cdot p + 1 \cdot (p \sqrt{r} + \sqrt{s}) \right)$$

egyenlethez vezet.

E szerint most már képezhetők az $u(p)$ egyes alkotó részei; ugyanis

$$\begin{aligned}\omega(p, 0, 2(q^2-1)) &= \frac{\pi}{2p^3} \left(1 - l.p + \frac{1}{2} l.(2q^2-2) \right); \\ \omega\left(p, 1, \frac{q^2+1}{2}\right) &= \frac{\pi}{2p^3} \left(\frac{p\sqrt{\frac{q^2+1}{2} - \frac{q^2+1}{2}}}{p^2 - \frac{q^2+1}{2}} - \right. \\ &\quad \left. - l.p + l.\left(p + \sqrt{\frac{q^2+1}{2}}\right) \right) \\ \omega(p, 1, q^2) &= \frac{\pi}{2p^3} \left(\frac{q}{p+q} - l.p + l.(p+q) \right)\end{aligned}$$

és ennek folytán maga $u(p)$:

$$\begin{aligned}u(p) &= \frac{\pi}{2p^3} \left(1 + \frac{1}{2} l.(2q^2-2) + \frac{p\sqrt{\frac{q^2+1}{2} - \frac{q^2+1}{2}}}{p^2 - \frac{q^2+1}{2}} + \right. \\ &\quad \left. + l.\left(p + \sqrt{\frac{q^2+1}{2}}\right) - \frac{2q}{p+q} - 2l.(p+q) \right).\end{aligned}$$

Ebben egyszer $p=1$, azután $p=q$ teendő, és a két eredmény egymásból levonandó.

$$\begin{aligned}u(q) &= \frac{\pi}{2q^3} \left(l. \frac{\sqrt{q^2-1} [\sqrt{2}q + \sqrt{q^2+1}]}{4q^2} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{q\sqrt{2(q^2+1) - (q^2+1)}}{q^2-1} \right), \\ u(1) &= \frac{\pi}{2} \left(l. \frac{\sqrt{q^2-1} (\sqrt{2} + \sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2} + \frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - 2q}{1-q^2} \right)\end{aligned}$$

és ennek folytán:

$$\begin{aligned}u(1) - u(q) &= \frac{\pi}{2q^3} \left(q^3 l. \frac{\sqrt{q^2-1} (\sqrt{2} + \sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2} - \right. \\ &\quad - l. \frac{\sqrt{q^2-1} (\sqrt{2}q + \sqrt{q^2+1})}{4q^2} - q^3 \frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - 2q}{q^2-1} - \\ &\quad \left. - \frac{q\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - (q^2+1)}{q^2-1} \right).\end{aligned}$$

Ez után differenciálegyenletünk a következő alakot ölti:

$$3S\varphi'(S) = 2\varphi(S) \left(-q^3 \text{l.} \frac{\sqrt{q^2-1}(\sqrt{2} + \sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2} + \right. \\ \left. + \text{l.} \frac{\sqrt{q^2-1}(\sqrt{2}q + \sqrt{q^2+1})}{4q^2} + q^3 \frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - 2q}{q^2-1} + \right. \\ \left. + \frac{q\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - 2}{q^2-1} \right).$$

Ha most tekintetbe vesszük, hogy

$$q^3 = \frac{m^3}{\mu^3} = \frac{H}{A},$$

a mennyiben m és μ két egyenlő mérsékletű testre vonatkozik, és hogy írhatunk:

$$A = \theta\varphi(S), \quad H = \theta\varphi(\sigma),$$

a hol σ az abszolút fekete testnek ugyanazon θ -ra vonatkozó entropiáját jelenti, akkor

$$\varphi(S) = q^{-3}\varphi(\sigma).$$

Ezen egyenlet q szerint differenciálva, a mely σ -ban nem fordul elő, ad:

$$\varphi'(S) \frac{dS}{dq} = -3q^{-4}\varphi(\sigma);$$

a mi a fenti egyenletbe bevive a

$$\text{l. } S = \text{Const.} - \frac{9}{2} \int \frac{dq}{q} \left(-q^3 \text{l.} \frac{\sqrt{q^2-1}(\sqrt{2} + \sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2} + \right. \\ \left. + \text{l.} \frac{\sqrt{q^2-1}(\sqrt{2}q + \sqrt{q^2+1})}{4q^2} + q^3 \frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - 2q}{q^2-1} + \right. \\ \left. + \frac{q\sqrt{2}\sqrt{q^2+1} - 2}{q^2-1} \right)^{-1}$$

quadraturát adja.

Mintthogy m minden esetben nagyobb mint μ , czélszerűbb lesz:

$$x = \frac{\mu}{m} = \frac{1}{q}$$

variabilist behozni. Ez ad:

$$1. S = 1. S_0 + \frac{9}{2} \int \frac{x^2}{X} dx,$$

ha az állandót 1. S_0 -val jelöljük, s ha rövidség kedvéért írunk:

$$\begin{aligned} X = x^3 1. & \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2} + \sqrt{1+x^2})}{4} - \\ & - 1. \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2}x + \sqrt{1+x^2})}{(1+x)^2} + \\ & + \frac{1}{1-x^2} (\sqrt{2}\sqrt{1+x^2}x(1+x^2) - 2x(1+x^4)). \end{aligned}$$

Ezzel a második parameteregyenlet is megvan, és legalább gázokra nézve explicite is felírható, a mennyiben ezek számára

$$S = c_v 1. (\theta v^{k-1})$$

teendő.

γ) A második parameteregyenlet soralakja.

A talált integrál azonban zárt kifejezés alakjában nem fejezhető ki, és ezért vagy mechanikai quadraturához kell fordulni, vagy sorbontást alkalmazni.

Mechanikai quadratura esetén írhatunk:

$$\log. S - \log. S_0 + [9,928\ 7811-10] \int \frac{x^2}{X'} dx$$

a hol

$$\begin{aligned} X' = x^3 \log. & \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2} + \sqrt{1+x^2})}{4} - \\ & - \log. \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2}x + \sqrt{1+x^2})}{(1+x)^2} + \\ & + 0,434\ 2945 \frac{1}{1-x^2} (\sqrt{2}\sqrt{1+x^2}x(1+x^2) - 2x(1+x^4)); \end{aligned}$$

a []-be foglalt szám már logarithmust jelent.

A kifejezés különben az $x = \tan \varphi$ helyettesítés által numerikus számolásra kényelmesebb formába hozható, a mi mechanikai quadratura alkalmazása esetén ajánlatos.

Azonban a sorbabontás is elég egyszerűen eszközölhető. Lássuk az egyes, X -ben szereplő tagokat egyenként.

$$\begin{aligned} 1. (\sqrt{2}x + \sqrt{1+x^2}) &= \varepsilon_0 \sqrt{2}x - \frac{1}{2} x^3 + \frac{1}{3} \varepsilon_1 \sqrt{2}x^3 - \\ &- \frac{1}{4} x^5 + \frac{1}{5} \sqrt{2}(\varepsilon_0 + \varepsilon_2) x^5 - \frac{1}{6} x^7 + \dots = - \sum_0^{\infty} \frac{1}{2n+2} x^{2n+2} + \\ &+ \sqrt{2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{4n+1} (\varepsilon_0 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_{2n}) x^{4n+1} + \\ &+ \sqrt{2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{4n+3} (\varepsilon_1 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_{2n+1}) x^{4n+3}, \end{aligned}$$

ha rövidség kedvéért

$$\varepsilon_i = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}_i$$

az $\frac{1}{2}$ -nek i -dik binominalis coefficiensét jelenti.

$$\begin{aligned} 1. (\sqrt{2} + \sqrt{1+x^2}) &= 1. (1 + \sqrt{2}) + \frac{1}{2} (\sqrt{2}\varepsilon_0 - 1) x^2 + \\ &+ \frac{1}{4} (\sqrt{2}\varepsilon_1 - 1) x^4 + \frac{1}{6} (\sqrt{2}\varepsilon_2 + \sqrt{2}\varepsilon_0 - 1) x^6 + \dots \\ &= \sqrt{2} \sum_0^{\infty} \frac{1}{4n+2} \left(\varepsilon_{2n} + \varepsilon_{2n-2} + \dots + \varepsilon_0 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) x^{4n+2} + \\ &+ \sqrt{2} \sum_0^{\infty} \left(\varepsilon_{2n+1} + \varepsilon_{2n-1} + \dots + \varepsilon_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) x^{4n+4}; \\ \frac{1}{2} \lg(1-x^2) &= - \frac{1}{2 \cdot 1} x^2 - \frac{1}{2 \cdot 2} x^4 - \frac{1}{2 \cdot 3} x^6 - \dots \\ -2 \lg(1+x) &= \frac{2}{1} x - \frac{2}{2} x^2 + \frac{2}{3} x^3 - \frac{2}{4} x^4 + \frac{2}{5} x^5 - \dots \end{aligned}$$

és minthogy X -nek logarithmust nem tartalmazó tagja

$$\begin{aligned} &\frac{1}{1-x^2} (\sqrt{2}x(1+x^2)^{\frac{3}{2}} - 2x(1+x^4)) = \\ &= x^3 - \frac{2x+x^3+x^5}{1-x^2} + \frac{\sqrt{2}x(1+x)^{\frac{3}{2}}}{1-x^2} \end{aligned}$$

alakban is írható:

$$(2x + x^3 + x^5)(1 - x^2)^{-1} = 2x + 3x^3 + 4x^5 + 4x^7 + 4x^9 + 4x^{11} + \dots$$

és végül:

$$\frac{\sqrt{2}x}{1-x^2}(1+x^2)^{\frac{3}{2}} = \\ = \sqrt{2}x(1 + (1+\eta_1)x^2 + (1+\eta_1+\eta_2)x^4 + (1+\eta_1+\eta_2+\eta_3)x^6 + \dots),$$

ha ismét

$$\eta_i = \left(\frac{3}{2}\right)_i$$

a $\frac{3}{2}$ -ednek i -edik binominális coefficiensét jelenti.

Az egyes alkotórészeknek a formula követelményei szerinti összeadás eredménye:

$$X = \left(\frac{7}{3}\sqrt{2} - \frac{4}{3} - 2 \cdot 1 \cdot 2 + 1 \cdot (1 + \sqrt{2})\right)x^3 - \\ - \left(4 + \frac{6}{2 \cdot 5} + \frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 5}(5\varepsilon_2 - 3(\varepsilon_2 + \varepsilon_0)) - \sqrt{2}(1 + \eta_1 + \eta_2)\right)x^5 - \\ - \left(4 + \frac{6}{4 \cdot 7} + \frac{\sqrt{2}}{4 \cdot 7}(7\varepsilon_3 - 3(\varepsilon_3 + \varepsilon_1)) - \sqrt{2}(1 + \eta_1 + \eta_2 + \eta_3)\right)x^7 - \\ - \left(4 + \frac{6}{6 \cdot 9} + \frac{\sqrt{2}}{6 \cdot 9}(9\varepsilon_4 - 3(\varepsilon_4 + \varepsilon_2 + \varepsilon_0)) - \right. \\ \left. - \sqrt{2}(1 + \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4)\right)x^9 - \\ - \left(4 + \frac{6}{8 \cdot 11} + \frac{\sqrt{2}}{8 \cdot 11}(11\varepsilon_5 - 3(\varepsilon_5 + \varepsilon_3 + \varepsilon_1)) - \right. \\ \left. - \sqrt{2}(1 + \eta_1 + \dots + \eta_4 + \eta_5)\right)x^{11} - \\ - \left(4 + \frac{6}{10 \cdot 13} + \frac{\sqrt{2}}{10 \cdot 13}(13\varepsilon_6 - 3(\varepsilon_6 + \varepsilon_4 + \varepsilon_2 + \varepsilon_0)) - \right. \\ \left. - \sqrt{2}(1 + \eta_1 + \dots + \eta_5 + \eta_6)\right)x^{13} - \dots \\ \dots - \left(4 + \frac{6}{(2i-2)(2i+1)} + \frac{\sqrt{2}}{(2i-2)(2i+1)}((2i+1)\varepsilon_i - 3(\varepsilon_i + \right. \\ \left. + \varepsilon_{i-2} + \varepsilon_{i-4} + \dots)) - \sqrt{2}(\eta_i + \eta_{i-1} + \eta_{i-2} + \dots + \eta_1 + 1)\right)x^{2i+1} - \dots$$

A képződés törvénye világos. Megjegyzésre méltó, hogy x első két hatványa teljesen hiányzik és hogy az összes páros hatványai szintén kiestek. Az integrál tehát

$$1. S = 1. S_0 + p_0 1. x + q_2 x^2 + q_4 x^4 + \dots$$

alakkal fog bírni.

FRÖHLICH I. matematikai repertoriumában a 188. lapon az

$$(n) = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \dots (2n-1)}{2^n \cdot n!}$$

coëfficiensek táblázatát közli. Ennek felhasználásával ε_n és η_n egyszerűen számítható. Ugyanis

$$\varepsilon_n = (-1)^{n+1} \frac{(n)}{2n-1}, \quad \eta_n = (-1)^n \frac{3(n)}{(2n-3)(2n-1)},$$

vagy a kettőt egymásra vonatkoztatva

$$\eta_n = - \frac{3}{2i-3} \varepsilon_i.$$

A sor lassan convergál ugyan, de még az egységhez közel álló x -ek számára is elég jól használható. Az integratio természetesen csak akkor végezhető, ha a sor reciprokok értéke szintén x hatványai szerint haladó sorba van bontva.

Azon gyakorlati fontosság miatt, melyet e sor az astronomiai alkalmazásokon kívül is nyer, kiszámítását tényleg eszközöltem. Az alább közölt, úgy a coëfficiensek számértékeit, mint briggféle logarithmusait feltüntető kifejezés 7-jegyű logarithmus-sal van kétszer számítva. Az egyik ellenőrző számítást ifj. TOLNAY LAJOS volt szíves elvállalni, a ki a 482. oldalon szereplő, a függelékben teljesebben adott sormegfordítást is eszközölte. Fogadja fáradságos számításaiért hálás köszönetemet. Minthogy x a természetes fényforrásokban mindig kis tört, a sorbontás terjedelme gyakorlati czélokra teljesen elegendő. A []-ben levő számok logarithmusokat jelentenek.

$$\begin{aligned}\frac{X}{x^2} = & 1.461\,5774\,x - 0.074\,5161\,x^3 - 0.173\,6752\,x^5 - \\ & - 0.025\,6049\,x^7 - 0.050\,5292\,x^9 - 0.012\,9253\,x^{11} - \\ & - 0.023\,4481\,x^{13} - 0.007\,8109\,x^{15} - 0.013\,4039\,x^{17} - \\ & - 0.005\,2404\,x^{19} - 0.008\,6322\,x^{21} - 0.003\,7651\,x^{23} - \\ & - 0.006\,0062\,x^{25} - 0.002\,8390\,x^{27} - 0.004\,4120\,x^{29} - \\ & - 0.002\,2186\,x^{31} - 0.003\,3739\,x^{33} - 0.001\,7829\,x^{35} - \\ & - 0.002\,6609\,x^{37} - 0.001\,4646\,x^{39} - 0.002\,1508\,x^{41} - \\ & - 0.001\,2251\,x^{43} - 0.001\,7739\,x^{45} - 0.001\,0403\,x^{47} - \\ & - 0.001\,4872\,x^{49} - \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{X}{x^2} = & [0.164\,8219]\,x - [8.872\,250]\,x^3 - [9.239\,738]\,x^5 - \\ & - [8.408\,323]\,x^7 - [8.703\,542]\,x^9 - [8.111\,441]\,x^{11} - \\ & - [8.370\,108]\,x^{13} - [7.892\,701]\,x^{15} - [8.127\,231]\,x^{17} - \\ & - [7.71\,936]\,x^{19} - [7.93\,612]\,x^{21} - [7.57\,578]\,x^{23} - \\ & - [7.77\,860]\,x^{25} - [7.45\,301]\,x^{27} - [7.64\,464]\,x^{29} - \\ & - [7.34\,608]\,x^{31} - [7.52\,813]\,x^{33} - [7.25\,113]\,x^{35} - \\ & - [7.42\,503]\,x^{37} - [7.16\,572]\,x^{39} - [7.33\,260]\,x^{41} - \\ & - [7.08\,817]\,x^{43} - [7.24\,893]\,x^{45} - [7.01\,716]\,x^{47} - \\ & - [7.17\,237]\,x^{49} - \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1. \frac{S}{S_0} = & 0.684\,1922\,1. x + 0.017\,4412\,x^2 + \\ & + 0.020\,7698\,x^4 + 0.003\,3945\,x^6 + 0.004\,3969\,x^8 + \\ & + 0.001\,2925\,x^{10} + 0.001\,6127\,x^{12} + 0.000\,6281\,x^{14} + \\ & + 0.000\,7603\,x^{16} + 0.000\,3515\,x^{18} + 0.000\,4153\,x^{20} + \\ & + 0.000\,2143\,x^{22} + 0.000\,2512\,x^{24} + 0.000\,1406\,x^{26} + \\ & + 0.000\,1629\,x^{28} + 0.000\,0965\,x^{30} + \dots \\ 1. \frac{S}{S_0} = & [9.835\,1781]\,1. x + [8.24\,158]\,x^2 + [8.31\,743]\,x^4 + \\ & + [7.53\,077]\,x^6 + [7.64\,315]\,x^8 + [7.11\,142]\,x^{10} + \\ & + [7.20\,756]\,x^{12} + [6.79\,802]\,x^{14} + [6.88\,096]\,x^{16} + \\ & + [6.54\,593]\,x^{18} + [6.61\,843]\,x^{20} + [6.33\,102]\,x^{22} + \\ & + [6.39\,994]\,x^{24} + [6.14\,792]\,x^{26} + [6.21\,186]\,x^{28} + \\ & + [5.98\,464]\,x^{30} + \dots\end{aligned}$$

$$\log. \frac{S}{S_0} = 0.684\ 1322 \log. x + 0.007\ 5746 x^2 + 0.009\ 0202 x^4 + \\ + 0.001\ 4742 x^6 + 0.001\ 9096 x^8 + 0.000\ 5613 x^{10} + \\ + 0.000\ 7004 x^{12} + 0.000\ 2728 x^{14} + 0.000\ 3302 x^{16} + \\ + 0.000\ 1521 x^{18} + 0.000\ 1804 x^{20} + 0.000\ 0930 x^{22} + \\ + 0.000\ 1086 x^{24} + 0.000\ 0607 x^{26} + 0.000\ 0702 x^{28} + \\ + 0.000\ 0416 x^{30} + \dots$$

$$\log. \frac{S}{S_0} = [9.835\ 1781] \log. x + [7.87\ 936] x^2 + [7.95\ 522] x^4 + \\ + [7.16\ 856] x^6 + [7.28\ 093] x^8 + [6.74\ 923] x^{10} + \\ + [6.84\ 535] x^{12} + [6.43\ 583] x^{14} + [6.51\ 876] x^{16} + \\ + [6.18\ 226] x^{18} + [6.25\ 612] x^{20} + [5.96\ 834] x^{22} + \\ + [6.03\ 595] x^{24} + [5.78\ 295] x^{26} + [5.84\ 620] x^{28} + \\ + [5.61\ 943] x^{30} + \dots$$

A soralak tüstént mutatja, hogy $x=0$ számára $\frac{x^2}{X} = \infty$, míg az

$$x = 1 - \xi$$

helyettesítés igen kis ξ -ek számára az

$$\frac{x^2}{X} = \frac{1 - 2\xi}{1 - \frac{19}{4}\xi - \frac{3}{2}\xi^2}$$

alakhoz vezet, a melyből következik, hogy $\xi=0$ számára $\frac{x^2}{X} = 1$.

Az integratio eredménye tehát mindenesetre az

$$S = S_0 F(x) = S_0 F\left(\frac{\mu}{m}\right)$$

alakban jelentkezik. Minthogy e helyébe az

$$S = S_0 F\left(\frac{\mu\theta}{K}\right)$$

egyenlet is írható, a spektrum függésének kérdése a hőmérséklettől és sűrűségtől véglegesen meg van oldva.

A két parameteregyenlet adja a test állapota számára annak spektrumaiból a két

$$\theta^4 = D A \mu^{-8} \quad \text{és} \quad S = S_0 R \left(\frac{D^{\frac{1}{2}}}{K} (A \mu)^{\frac{1}{2}} \right)$$

egyenletet, melyek megfordítva a spektrumnak az adott állapotból való meghatározására is alkalmasak.

A megfordítás elég könnyen eszközölhető, mert nem nehéz meggyőződni arról, hogy

$$x = \left(\frac{S}{S_0} \right)^{1.461\,5774} \left(1 + q_2 \left(\frac{S}{S_0} \right)^{2 \times 1.461 \dots} + q_4 \left(\frac{S}{S_0} \right)^{4 \times 1.461 \dots} + \dots \right)$$

alakú sorban írható. A tényleges számítás eredménye a következő:

Ha rövidítés kedvéért

$$\left(\frac{S}{S_0} \right)^{1.461\,5774} = \sigma,$$

akkor a sor megfordítása ad:

$$x = \sigma (1 - 0.025\,4917 \sigma^2 - 0.028\,7321 \sigma^4 + 0.000\,3204 \sigma^6 - \\ - 0.002\,1670 \sigma^8 + 0.000\,0819 \sigma^{10} - \dots)$$

S_0 jelentősége könnyen adódik. Ha ugyanis $x = 1$, akkor közelítőleg

$$\log. S = \log. S_0 + 0.0225 \dots$$

és ebben S az abszolút fekete test entropiáját jelenti. Ha ezt Σ -val jelöljük, akkor

$$\log. S_0 = \log. \Sigma - 0.0225 \dots$$

és ennél fogva, miként a D állandó is, ugyancsak függetlennek látszik az anyagi minőségtől. Ép oly könnyen látni, hogy S_0 azon test entropiája, a mely számára $\frac{\mu}{m} = 0.94335$.

Minthogy $A \mu$ lényegesen a spektrum hosszúhullámú végének hullámhosszaságával függ össze épúgy, mint $\frac{\mu^3}{A}$ a rövidhullámú véggel, az eddigi eredmények a következő elegáns tételben foglalhatók össze:

A spektrum rövid és hosszúhullámú végének hullámhossza-sága, illetve a hőmérsékletnek és az entropiának tiszta függvénye.

Valósággal az állapotmeghatározás ezek után is csak gázok számára eszközölhető, mert az entropiát nem írhatjuk fel tetszőleges testek számára a hőmérséklet és sűrűség függvénye gyanánt.

Hogy mégis némi következtetéseket vonhassunk, legalább gázokra, a melyek azután legalább qualitative a többi testekre is kiterjeszthetők, írjuk fel az integrál első tagjait. Ezek

$$1. S = 1. S_0 + 0.684\ 1922\ 1. x + 0.017\ 4412\ x^2 + 0.020\ 7698\ x^4 + \\ + 0.003\ 3945\ x^6 + 0.004\ 3969\ x^8 + 0.001\ 2925\ x^{10} + \dots$$

vagy numerikus számolásra alkalmasabb módon

$$\log. S = \log. S_0 + 0.684\ 1922\ \log. x + 0.007\ 5746\ x^2 + \\ + 0.009\ 0202\ x^4 + 0.001\ 4742\ x^6 + 0.001\ 9096\ x^8 + \\ + 0.000\ 5613\ x^{10} + \dots$$

E kifejezésből látszik mindennek előtt, hogy növekedő x -nek növekedő entropia is felel meg. Különben egyenlő viszonyok között

tehát a $\frac{\mu}{m}$ viszony a hőmérséklettel együtt nő. De minthogy egyenként μ és m a hőmérséklet nöttével fogy, úgy következik, hogy m sokkal nagyobb mértékben fogy, mint μ . Innen van, hogy a természetes fényforrások intenzitásmaximuma mindig a látható spektrumba esik, míg az abszolút fekete testé akárhányszor ennek határain kívül kerül. Ez mindenestre a szem fokozatos megszokására enged következtetni és a mondott törvényszerűség nélkül a valószínűségnek ellentmondó esetlegesség volna.

A talált egyenletet mindjárt felhasználhatjuk a Nap chromosphærájának sűrűségmeghatározására, azon feltevés mellett, hogy a légkör anyagából áll. Ekkor ugyanis a korábban említett MÜLLER és VOGEL-féle mérések elegendő adatot nyújtanak. A levegő számára MÜLLER szerint $\mu = 0.504$, a Nap számára $\mu = 0.536$, míg a megfelelő m értékek 6.960 és 1.163 voltak. Ez adatok is mutatják, mennyivel gyorsabban fogy növekedő hőmérséklet mellett m mint μ .

Ha az alsó légköréteg abszolút hőmérsékletét kerekszámban ismét 300° -nak vesszük, akkor egy kg levegő súlya, a mely

0° C. mellett 0.7733 m^3 , a légköri nyomás mellett 0.850 m^3 lesz.
 $k-1=0.41$ -nek véve e körülmények között

$$S = \log. (\theta v^{k-1}) = 2.4481, \quad \text{és} \quad \log. S = 0.3889.$$

Ezen entropia értéknek megfelel $x = \frac{0.504}{6.960} = 0.0724$ és integrálunk ennél fogva ad

$$\log. 0.3889 = \log. S_0 - 0.7802,$$

a miből

$$\log. S_0 = 1.1691.$$

A Nap chromosphærája számára $x=0.4609$, és ezért ennek entropiája

$$\log. S = 0.9410, \quad S = \log. \theta + (k-1) \log. v = 8.7300.$$

Minthogy a chromosphæra hőmérsékletét már előbb is 1800 absolut skálafoknak találtuk, lesz ennek térfogata kilogrammonkint $2,25.10^{13} \text{ m}^3$, vagy sűrűsége a földfelületi levegő sűrűségében kifejezve $3,77.10^{-10}$.

E számadatokat könnyen lehetne hydrogeniumra átszámolni, mint azon anyagra, a mely a chromosphæra legnagyobb részét teszi. De az eredmény akkor sem volna pontosabb, mint-hogy egy más állapotbeli hydrogenium számára az x értékét nem ismerjük. A nyomás a chromosphæra közepes rétegeiben e számok szerint $2,259.10^{-13}$ atmosphæra.

E számok teljesen megmagyarázzák, hogy a FRAUNHOFER-féle vonalak a Napon oly rendkívül élesek és nyomás befolyásának semmi jelét nem adják. Teljesen igazolják továbbá P. FÉNYI GRULÁNAK a protuberantiák megfigyeléséből vont következtetéseit is, a melyek a SCHMIDT-féle napelmélet alapján azt tüntetik ki, hogy e képződmények absolut üresnek mondható térben játszódnak le.

A két parameteregyenlet csillagászati fontossága.

Megemlítettem már, hogy az emissioegyenlet arra is képesít, hogy megfigyelések alapján mintegy az égi testeknek mélyebben

fekvő rétegeibe hatolhassunk, és a spektrum elemeivel együtt mindenkoron a fényforrással egyenlő mérsékletű abszolút fekete test parameterjeit is levezethessük. Az m elem tehát magában adja meg a test hőmérsékletét, mindenféle egyéb adat bevonása nélkül, egyszerűen az

$$m\theta = K$$

egyenlet alapján, a melyben K egy abszolút állandó, a mely a MÜLLER-féle megfigyelések értelmében

$$K = 2088$$

értéktől nem távozhatik messze; a hullámhosszaságok egysége az ezred mm.

Másrészt azonban az első parameteregyenlet is, ugyancsak függetlenül a fényforrás anyagi és felületi minőségeitől, a

$$\theta^4 = D \cdot 1\mu^{-3}$$

egyenlethez vezet. A két egyenlet összevetése a

$$A = \frac{K^4}{D} \cdot \frac{\mu^3}{m^4}$$

egyenletet adja, a mely A -ben lényegesen a távolságot tartalmazza. Ez egyenlet tehát — természetesen a spektrumphotometres mérések kellő pontosságát feltételezve, a parallaxis ismeretéhez vezethet.

A photometriai megfigyeléseknek ily célra való felhasználására már ZÖLLNER gondolt, de az ő módszere egyelőre semmi sikerrel nem biztat. Szerinte t időközben megmérendő ugyanazon állócsillag intenzitása, közben pedig a DOPPLER-féle elv alapján a csillagnak a látóvonalba eső mozgása. Ha a csillag eredeti távolsága r volt, és a két megfigyelés között l -vel közeledett, akkor nyilván

$$\left(\frac{r-l}{r}\right)^2 = \frac{I_1}{I_2}.$$

Ez okon megváltozott fényű csillagról azonban történeti idők óta sem tudunk, jelöljéül annak, hogy a csillagnak ezer év alatt megtett útja is végtelen kicsiny eredeti távolságához képest.

A második parameteregyenlet segítségével tüstént felírhatjuk a hőelmélet első egyenletét legalább gázok számára. Ismeretes tehát rétegről-rétegre – egészen eltekintve e helyen a hőelméleti következtetésektől – a

$$pdv = \theta dS - c_v d\theta$$

munka és ennek alapján a

$$vd p = d(pv) - p dv = -g d\rho$$

munka, a melyet az égi testen a nehézség végez. Ily módon ismét egy kiváló fontosságú astronomiai, nemcsak astrophysikai elemhez jutottunk, a mely a spektrumanalysis segítségével levezethető.

Egy másik következménye a második parameteregyenletnek, hogy a sugárzás törvényét is adja. Ha röviden írunk, mint korábban is

$$\left(\frac{S}{S_0}\right)^{1.461\,5774} = \sigma,$$

akkor az egyenlet megfordítása

$$x = \sigma (1 - 0.025\,4917\, \sigma^2 - 0.028\,7321\, \sigma^4 + 0.000\,3204\, \sigma^4 - \dots)$$

eredményhez vezetett. Ebben

$$x = \frac{\mu}{m}, \quad \text{és} \quad \frac{A}{H} = \frac{\mu^3}{m^3} = x^3$$

lévén, írhatunk

$$A = H\sigma^3 (1 - 0.025\,4917\, \sigma^2 - \dots)^3,$$

s ez az általános sugárzási egyenlet. Ha a térfogatváltozásoktól eltekintünk a sugárzás közben, akkor σ^3 egyszerűen az abszolút hőmérsékletnek 4384 7322-ik hatványával arányos, tehát a rákövetkező végtelen sortól teljesen eltekintve, a mely a közelítést még fokozza, közel a STEFAN-féle sugárzási törvényhez jutunk. STEFAN (Ueber die Beziehung zwischen der Wärmestrahlung und der Temperatur; Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. LXXIX. Bd. II. Abth. 1879) DRAPER-nek 13 hősugárzási megfigyelését redukálja $\theta = 800$ és $\theta = 1566^\circ$ hőmérsékleti határok között. A sugárzó intenzitás és a hozzátartozó hőmérséklet negyedik hatványának quotiense szerinte középben 0.02 122, míg az én formulám

0.001 401-et ad. A két quotiens mindegyike természetesen más-más egységre lévén vonatkoztatva, egymáshoz közel sem jár. De ha amaszt erre vonatkoztatjuk, hogy a méréseket homogénekké tegyük, akkor a STEFAN-féle sugárzási egyenlet hibanégyzetek összegéül 0.3741-et hagy, míg az én formulám legelső tagja ez összeget már 0.1992-re, tehát az előbbeninek éppen felére szorítja le. A szilárd testek hősugárzási viszonyai azonban kevésbé alkalmasak az egyenlet ellenőrzésére, mert számukra az entropia szigorúan nem ismeretes.

Ez eredményekkel meg van állapítva az elméleti astrophysika alapja és ZÖLLNER, BETTI, különösen pedig RITTER vizsgálódásai gázállapotú égi testek körül, a melyek eddig inkább különlegességek számba mentek, a megfigyelésekkel közvetlenül összehasonlíthatók és további fontos tanulmányok útmutatói lehetnek. Egészen eltekintve az imént talált egyenlet soralakjától, úgy az idézett tanulmányok, mint eddigi tapasztalataim azt mutatják, hogy az astrophysikában szereplő számolások az alapelvek minden egyszerűsége mellett cseppel sem lesznek kevésbbé bonyolultak, mint ama módszerek, a melyekkel az astronomia kénytelen élni. Ha pedig a levezettem eredmények egyik-másik pontban módosulást szenvednének is, annyi kétségtelen, hogy a célhoz vezető utat a követtem gondolatmenet félreismerhetlenül kijelöli.

FÜGGELÉK.

A második parameteregyenlet megfordítása:

$$x = \sigma \left\{ 1 - 0,025\,4917\,\sigma^2 - 0,028\,7321\,\sigma^4 + 0,000\,3204\,\sigma^6 - \right. \\ \left. - 0,002\,1670\,\sigma^8 + 0,000\,0819\,\sigma^{10} - 0,000\,4466\,\sigma^{12} + \right. \\ \left. + 0,000\,0391\,\sigma^{14} - 0,000\,1667\,\sigma^{16} + 0,000\,0280\,\sigma^{18} - \right. \\ \left. - 0,000\,0726\,\sigma^{20} + 0,000\,0023\,\sigma^{22} - 0,000\,0320\,\sigma^{24} - \right. \\ \left. - 0,000\,0107\,\sigma^{28} - \dots \right\}$$

és logaritmikus alakban:

$$x = \sigma \left\{ 1 - [8,40\,640]\,\sigma^2 - [8,45\,837]\,\sigma^4 + [6,50\,567]\,\sigma^6 - \right. \\ \left. - [7,33\,586]\,\sigma^8 + [5,91\,328]\,\sigma^{10} - [6,64\,992]\,\sigma^{12} + \right. \\ \left. + [5,59\,218]\,\sigma^{14} - [6,22\,194]\,\sigma^{16} - [5,44\,716]\,\sigma^{18} - \right. \\ \left. - [5,86\,094]\,\sigma^{20} + [4,36\,17]\,\sigma^{22} - [5,50\,515]\,\sigma^{24} - \right. \\ \left. - [5,02\,938]\,\sigma^{28} - \dots \right\}.$$

(A M. T. Akad. III. osztályának 1898. november 14.-én tartott üléséből.)

A TÉLI CSAPADÉK ÉS A TISZA TAVASZI ÁRVIZEI.

BOGDÁNFY ÖDÖN-től.

A légköri csapadék és a folyók vizállása közötti összefüggés megállapítása már régóta foglalkoztatja a vizimérnököket.

BELGRAND volt az első, a ki szabályokba foglalta a légköri csapadéknak, a vízgyűjtő medencze kiterjedésének, orográfiai és geológiai viszonyainak a folyók vízjárására gyakorolt hatását. Jóformán ő vetette meg a kontinentális hydrologia alapját ama tanulmányaival, melyeket erre vonatkozólag a Szajna medenczéjében végzett.*

E hydrologiai tanulmányok igen becses szabályait állapítják meg a folyók életjelenségeinek úgy, hogy pld. a csapadék nagyságából a vizállások bekövetkező magasságát is előre jelezhetjük. Érdekes, hogy BELGRAND, tekintetbe véve a Szajna medenczéjének legnagyobbbrészt vizet átbocsátó voltát, a kevés csapadéku őszi, téli és tavasz után képes volt a Szajna *kisvízeit* hónapokkal előre jelezni. Az első ilyen jelzést 1870-ben tette s tanulmányát 1874-ben az «Académie des Sciences» egyik ülésén be is mutatta.**

A kisvizek előrejelzésénél, mely főleg a hajózást és különféle ipari és mezőgazdasági vízhasználatokat érdekli, talán még fontosabb az *árvizek* előrejelzése, főként ott, hol a folyók árterei nagy kiterjedésűek és az árvíz nagy érdekeket fenyeget.

A légköri csapadékból való árvízjelzés azonban bonyolódott problema.

* BELGRAND: «La Seine», és az «Annales des Ponts et Chaussées» 1846. és 1852. évi folyamaiban megjelent idevágó értekezései.

** I. az «Annales des Ponts et Chaussées» 1870. és 1874. évi folyamait.

Míg a folyók felső szakaszán észlelt árvíz magasságából az alsóbb helyeken bekövetkező árvíz magassága igen pontosan és biztosan volt megállapítható s e tekintetben Belgrand nyomán úgy a külföldön, mint hazánkban is nevezetes eredményeket értek el, addig a csapadék és vízállások közötti numerikus összefüggés meghatározása sokkal nehezebben ment.

E téren eddig csak egyes kisebb folyókra nézve tettek sikeres kísérletet. Így VOISIN a Boulogne-sur-Mer-nél betorkoló kis Liane folyóra állapított meg oly törvényeket, melyek szerint az eső nagyságából a Liane vízállásai előre jelezhetők.*

IMBEAUX a Durance-ra próbálta meg a csapadékból való árvízjelzést, de a folyó vizgyűjtőjének nagyobb kiterjedésénél és rohamos esésénél fogva a kísérlet nem sikerült kellőleg.**

Nálunk e kérdés néhány évvel ezelőtt került részletes tanulmányozás alá. A földmívelésügyi minisztérium vízrajzi osztályának vezetőjétől ugyanis 1893-ban azt a megbízást kaptam, hogy a csapadék és vízállások közötti összefüggést kutassam.

E kérdésnél főfontosságu volt a mi sajátságos körülményeink közt a téli csapadék és a Tisza tavaszi árvizei közötti viszony ki-puhatolása, mert a tavaszi árvizeknek az egész országra kiható a jelentősége.

A hó mennyiségéből való árvízjelzés külföldön még nem képezte különösebb vizsgálódás tárgyát s ezért legnagyobb részt önállóan kellett eljárnom.

Az első lépés volt a kérdés megoldása felé megállapítani azokat a tényezőket, melyek a Tisza tavaszi árvizeit befolyásolják.

Ez árvíz magasságára igen sok állandó és változó mennyiség folyik be, melyeket mind figyelembe venni alig lehet.

A vizgyűjtő medenceze kiterjedése, magassága, a völgyek, szorulatok nagysága, a talaj kötöttsége stb. mind állandó mennyiségek, melyek a csapadékot és vízállást kifejező relatióban mint

* VOISIN: «Mémoire sur l'organisation et le fonctionnement du service hydrométrique et d'annonce des crues du bassin de la Liane.» Annales des Ponts et Chaussées. 1888.

** IMBEAUX: «La Durance.» Annales des Ponts et Chaussées. 1892.

független, állandó tényezők, vagy mint a változók coëfficiensei különböző nyomatékkal érvényesülnek.

A főbb változó mennyiségek pedig, melyek itt számba veendők, a következők:

1. a téli hó mennyisége;
2. a hőmérséklet;
3. a tavaszi eső mennyisége;
4. a talaj hygrometrikus foka;
5. a vízállások.

Az állandó és változó mennyiségek közötti összefüggés meghatározására kevés támasztó pontunk van. Csakis az eredményeket a változók némely értékeinél a közöttük levő összefüggés nélkül ismerjük.

De a változó mennyiségek egyenkint való tanulmányozása nagyban megkönnyíti ez összefüggés megállapítását s éppen ezért ez volt a további teendő.

1. *A téli hó mennyisége.* A főtényezőt a tavaszi árvizek előidézésére a téli hó mennyisége képezi.

E tényező vizsgálatánál az egész országra kiterjedő, nagy csapadéki tanulmányt végeztem.* E tanulmányból kitűnt, hogy a Tisza vízgyűjtő medencéjében egész általánosságban a havazások november közepétől márczius közepéig tartanak. Előbb vagy utóbb csak kivételesen szokott hó esni. A tapasztalat megmutatta azt is, hogy a novemberben és márcziusban hullott hó hamar elolvad s így csakis a deczembertől február végéig hullott hó állandó jellegű s ez az a hőmennyiség, melynek összegeződése oly kiváló hatással van a tavaszi árvizekre. Ennek a hőmennyiségnek meghatározása képezte egyik fontos feladatunkat.

E feladat nehéz, mert a hó egyrésze időközönkénti olvadás következtében lehúzódik már a talajba, vagy a folyómederbe. A hóréteg vastagsága pedig nem irányadó a hóból kikerülő víz mennyiségére nézve, mert a laza és tömörült hóréteg hatásfoka igen különböző. Ugyanis a frissen esett hó fajsúlya körülbelül 0.19, míg tömörült állapotban a fajsúly 0.80-ra is fölmehet s így

* E tanulmány egy részének kivonatát a M. T. Akadémia 1897. III. 15.-i ülésén mutattam be.

ugyanazon vastagság mellett ez utóbbi alakban a hó négyszerte több vizet szolgáltat, mint előbbi alakjában. És bár a hóvastagság nem nagyon irányadó a belőle származó víz mennyiségére nézve, vannak egyes hydrográfiai intézetek, melyek e vastagság megmérésére kiváló súlyt helyeznek. Így pld. a bécsi hydrográfiai intézet a hó vastagságát egy pár év óta rendszeresen méri és télen kibocsátott heti jelentéseiben e mérés eredményeiről beszámol. E jelentések ugyan a hórétég milyenségére, laza, vagy tömör voltára is kiterjeszkednek, mégis általános tájékozásnál egyebet nem nyújtanak.

Mi a téli hó mennyiségének meghatározására legcélszerűbbnek találtuk a hó mennyiségének víz alakban mért adatait venni tekintetbe úgy, a mint azokat a csapadékmérő állomások beszolgáltatják. Az időközönkénti olvadás mennyiségét pedig külön, a tél folyamán a folyókban belőlük keletkezett árhullámok nagysága szerint becsültük meg.

Hogy a téli hó mennyiségét (víz alakban mérve) meghatározhassuk, a december-február havi csapadék-milliméterek összegéből izohietikus térképeket dolgoztunk ki a Tisza medencéjére nézve. Összesen 13 évről készítettünk ilyen térképet, melyek az 1884/5-től 1896/7-ig terjedő telekre vonatkoznak. Azonkívül megszerkesztettünk még egy 14. térképet is, mely a téli csapadék 10 évi átlagát tüntette ki.*

E térképeken az izohietákkal körülfogott területek és a hozzájuk tartozó csapadék magasságok megadták a téli csapadék nagyságát köbméterekben. E fáradságos számításokat úgy ejtettük meg, hogy a Tisza jelentősebb vízmérczéihez tartozó vizgyűjtő területeknek külön-külön határoztuk meg a téli csapadékát s így minden egyes mérczére nézve a fölötte elterülő vizgyűjtő csapadék adata rendelkezésünkre állott. Az így nyert adatokat aztán kimutatásba foglaltuk.

2. *A hőmérséklet.* Ezután a hőmérsékletre s a vele kapcsolatos olvadás körülményeire terjeszkedtünk ki.

* Sajnos, hogy előző évekről nem szerkeszthettük meg a téli csapadék izohietikus térképeit, mert egyes fontos állomásokról (pl. Monyászárról) nincsenek előzőleg följegyzések.

A hőmérsékletnél első sorban az fontos, hogy 0 alatt, vagy 0 fölött van-e, mert a hó megmaradására nézve nem sok különbséggel ugyanazt a befolyást gyakorolja a hőmérséklet, ha 0 alatt magasán, vagy alacsonyan áll. Nagyobb jelentőségűvé akkor válik a hőmérséklet, ha a 0 fölé emelkedik.

De a hőmérséklet behatását a hóra közvetlen úton meghatározni igen nehéz. Ezért czélszerűbbnek látszott a téli vizállásokat vizsgálat alá venni, melyek az olvadás mértékét megmutatják. E vizsgálatból kitűnt, hogy általában véve deczembertől februárig a Tisza vizállásai igen alacsonyak, vagyis a tél folyamán raktározódott hó legnagyobb része márczius elejéig megmarad. A síkságokról, alacsonyabb fekvésű dombvidékekről néha előbb is eltűnik a hótakaró, de az így keletkezett vizek tekintve a talaj csekély esését - márczius elején húzódnak le a mederbe. A vizsgálat alá vett 13 esztendő közül csak két év képezett e szabály alól kivételt. Az egyik az 1886. év, midőn a tél folyamán deczember és január hónapokban két nagy árhullám vonult le a Tiszán, másik az 1887. év, midőn deczember havában volt nagyobb olvadás. 1885. deczemberében V.-Námenyon 728 cm-re, 1886. januárjában 602 cm-re, 1886. deczemberében ismét 602 cm-re emelkedett a víz, mi csak igen jelentékeny olvadás útján jöhetett létre.

A téli hőmérséklet tekintetében tehát czélszerű volt két csoportra osztani az éveket: olvadásos és nem olvadásos telű évekre. Az utóbbiak képezik a szabályt, az előbbieket a kivételeket. S mivel az volt az előzetesen kitűzött cél, hogy a téli csapadékból a tavaszi árvizeket előre jelezzük, azokat az éveket, melyeknél a téli hó nagy része még a tél folyamán elolvadt, további tanulmányozásainkból kihagytuk, mert olvadásos tél után nem következtek be figyelemre méltó árvizek. Így tehát csakis a nem olvadásos teleket vettük figyelembe s hogy itt a dolgot egyszerűsítsük, a téli hőmérsékletet, mely a míg 0 alatt van, lényegesen nem kevesbiti meg a hó mennyiségét, szintén elhanyagoltuk.

A mi most a tavaszi hőmérsékletet illeti, mely a hó megolvadását idézi elő, erre nézve tanulmányaink a következőket állapították meg. Márczius és április hónapok folyamán a Tisza vízgyűjtőjén a téli hó legnagyobb része elolvad úgy, hogy ha még megmarad is belőle valami, az csak éppen egyes igen magas

hegyormokon, vagy árnyékos szakadékokban történik, de ez a hőmennyiség igen jelentéktelen. Tanulmányaink kiderítették, hogy téves az a közfelfogás, hogy a téli hó egy része júniusig megmarad és kapcsolatban a júniusi esőzésekkel okozza a Tisza «zöldárját», vagyis a Tisza nyári árvizét. A zöldár előidézésében jóformán egyedüli tényező a júniusi eső, mely az egész Tisza medenczében általános, s e nagy esőzések előtt végbement hóolvadásnak csak éppen az a hatása, hogy a talajt vízzel telíti s így a júniusi esők lehúzódása a folyómederbe könnyebbé és teljesebbé válik. Hogy a zöldárt nem a magas hegyek hava idézi elő, mutatja pld. az 1894. júniusi árvíz is, midőn a megelőző télen jóformán alig volt hó úgy, hogy a vizsgálat alá vett évek közül ez a tél volt csapadékban legszegényebb és tavasz kezdetén még ez a kevés hó is elolvadt, mégis júniusban jelentékeny zöldár vonult le a Tiszán. Míg pld. 1895-ben, midőn a tél folyamán igen sok volt a hó, úgy, hogy a vizsgálat alá vett évek közül ez a tél volt a csapadékban leggazdagabb: nem jelentkezett zöldár, mert a júniusi esők elmaradtak. E fölhozott példákon kívül egyéb, közvetlen bizonyítékokat is nyertünk a csapadékszlelők jelentéseiből, melyek igazolták, hogy márczius és április folyamán a hó jóformán teljesen elolvad. Ebből pedig következik, hogy a téli hó mennyisége az elpárolgás és elszívargás okozta veszteség levonásával márczius és április hónapokban teljes tömegében lehúzódik a folyókba.

3. *A tavaszi eső mennyisége.* Kétségen kívül a folyókba jutó árviztömeg nagyságát a tavaszi esőzések is jelentékenyen befolyásolják és az árvíz változó tényezői közül ez a legnehezebben határozható meg. Mégis vizsgálat alá vettük e tavaszi csapadék nagyságát is és sikerült némi viszonyba hoznunk a téli csapadék nagyságával.

Általában azt mondhatjuk -- a nélkül, hogy közelebből meghatároznánk, vagy éppen numerikusan kifejeznők a viszonyt --, hogy nagyobb téli csapadéknak nagyobb tavaszi csapadék és kisebb téli csapadéknak kisebb tavaszi csapadék felel meg. Hogy e tétel helyes, néhány példát hozok föl igazolására. Az 1887—88. télen igen jelentékeny havazások voltak; ennek megfelelően a tavaszi csapadék is, főként a Felső-Tiszán és Bodrogon, de általában az egész medenczében is, igen nagy volt. Éppen így az 1894—95. tél

is igen bő csapadékú s ennek megfelelően a tavasz is esős volt az egész medenczében, de főleg az erdélyi részekben és a Kőrösök vidékén. Az 1893-94. tél egyike volt a legszárazabbaknak; ennek megfelelőleg tavasszal alig volt eső. E kiválság szembeszökő példákön kívül másokat is idézhetnék. De az általános szabály alól kivételek is vannak, melyek azonban nem gyakoriak. Így pld. 1892-ben jelentékeny téli csapadéknak kevésbé jelentékeny tavaszi csapadék felelt meg. Azonkívül meg kell jegyeznünk, hogy a téli és tavaszi csapadék között fennálló szabály csakis az egész Tisza medenczére általánosságban áll, míg az egyes kisebb medenczékben - a nélkül, hogy az általános szabály megromlanék - a téli és tavaszi csapadék viszonya igen változó lehet. Egyes záporosók, felhőszakadások, melyek csak szűk területre terjednek, megront-hatják a kisebb medenczékben a téli és tavaszi csapadék viszonyát, de az ily helyi jelenségeknek csak kisebb hatásuk van a főfolyóra, melyben az egész nagykiterjedésű medenceze hatása összegeződik. Így pld. 1897-98. telén a Tisza egész vízgyűjtő területén az átlagosnál kevesebb csapadék hullott; az utána következő tavasz csapadéka az egész vízgyűjtőre vonatkozólag arányban állott a kisebb téli hőmennyiséggel; mindazonáltal a Fekete- és Fehér-Körös forrásvidékén az 1898. év tavaszán igen nagy felhőszakadás volt, úgy, hogy itt a tavaszi eső jelentékenyen nagyobb volt az átlagos aránynál.

És bár a téli és tavaszi csapadék között általában bizonyos viszony van, mégis a téli csapadékból való árvizjelzésnek egyik bizonytalanságát a tavaszi esők okozzák, melyeknek bekövetkező nagyságát a tél végén előre látni nem lehet. E bizonytalanság azonban a jelzést éppen nem teszi lehetetlenné és e bizonytalanság mértékét később közelebből is megállapítjuk.

4. *A talaj hygrometrikus foka.* A csapadék és vízállások összefüggését befolyásoló változó tényezők közül negyedik sorban a talaj hygrometrikus foka érdemel különösebb figyelmet.

A csapadék, mely a földre hull, részben elpárolog, részben beszivárog a talajba és csak harmadik része csörgedezik a felszínen és jut közvetlenül a vízgyűjtő mederbe. A téli elpárolgást egyenlő időközökben a vízgyűjtő medenceze kiterjedésével lehet arányosnak venni és mennyisége - a míg a hőmérséklet 0 alatt

van, vagyis a míg a csapadék szilárd marad - aránylag csekély és így ez a tényező bővebb vizsgálatot nem igényel. Másként van a dolog a beszivárgással, mely első sorban a talaj kötöttségétől és hygrometrikus fokától függ.

A talajnemeket kötöttség dolgában BELGRAND három kategoriába sorozta: a vizet átbocsátó, félig átbocsátó és át nem bocsátó kategoriába. Ez alapon a Szajna medenczejének talajnemeit osztályozta, kötöttségi fokukat térképen ábrázolta s meghatározta az egyes talajnemek hatását a vizek járására. Hasonló tanulmányt ejtettem meg én is az egész országra vonatkozólag s e tanulmány eredményét szintén térképen ábrázoltam.*

E vizsgálódásokból egész általánosságban az tünt ki, hogy a Tisza vízgyűjtő medenczéje a kötöttebb talajnak közé tartozik.

Nem fejtem ki itt e terjedelmes hydrologiai tanulmányt részletesen s csak néhány szóval jellegzem a talajnemek kötöttségét. A medence hegyvidéki része csak foltonkint teljesen átbocsátó s e foltokat különböző korszakbeli repedezett, dolinás mész-, valamint homok-, kavics- és homokkő lerakódások alkotják. A medence síkvidéki részén az átbocsátó futó homok területek nagyobb kiterjedésűek ugyan, de fekvésüknél fogva a vízjárásra kevés a befolyásuk. És egyáltalán a teljesen átbocsátó részek a medence egész kiterjedéséhez képest sokkal kisebbek, semhogy az általános jellegre hatással volnának. A félig átbocsátó talajnemek közül legkiterjedtebb a kárpáti homokkő, mely a medenczében főként a Felső-Tisza és Bodrog vízgyűjtőjén foglal el nagy területeket, de máshol is gyakori. E kárpáti homokkő önmagában véve átbocsátó volna, de a homokkő pala-, márga- és agyagrétegekkel váltakozó, melyek a víznek a homokkőbe való beszivárgását gátolják s általában a homokkővet félig kötött, néhol pedig teljesen vizet át nem bocsátó jellegűvé teszik. A félig kötött talajnemek között egyes agyagos-homok, agyagos-kavics üledékek s nagy kiterjedésű trachyttufák érdemelnek még említést. A teljesen kötött, vizet át nem bocsátó talajnemek közül a plutói és vulkáni kőzetek, kristályos

* A vízrajzi osztály «A magyar állam átnézetes hydrologiai és geológiai térképét» az 1896. évi ezredéves országos kiállításon mutatta be a nyilvánosság előtt.

palák, kvarcit, agyag, agyagmarga, pala és az agyagos talajok nagy változata tűnik ki, mely utóbbi különösen Erdély belsejét, az előhegyeket, valamint a Tisza síkvidéki ártereit, igen nagy kiterjedésben foglalja el.

Általában tehát a kötött talajok adják meg a Tisza medencéjének jellegét s ebből következik, hogy aránylag kevés az a vízmennyiség, mely a talajba szívárog s mely a talaj telítéséhez szükséges. Ez állítást közvetett bizonyítékokkal is lehet igazolni, a mennyiben a nyári esők igen gyakran okoznak árhullámokat a Tiszán és itt éppen nem áll DAUSSE-nak az átbocsátó medencéjü Szajnára fölállított szabálya, hogy a nyári esőknek nincsen érezhető hatásuk a vízállásokra. A Tisza medencéjében még hosszabb szárazság után is néhány napig tartó eső már jelentékeny vízszínelelkedést okozhat, mi csak úgy lehetséges, hogy a talaj gyorsan telítődik és a beivódás és beszüremkedés nagyon kis mértékű.

E fejtegetésekből következik, hogy a téli csapadékból aránylag nem sok szívárog a talajba, és hogy az olvadás kezdetén már a talaj teljesen telített.

5. *A vízállások.* A változók közül tárgyalásunk során utolsónak maradtak a vízállások.

A vízállások vizsgálatánál főként az árhullámok alakjára és lehuzódásuk módjára helyeztük a fősúlyt. Általában azt tapasztaltuk, hogy az olvadás árhulláma igen elnyúlt és hosszan tartó. A hegyek között a hirtelen olvadás és egyes záporosók gyors vízszínváltozásokat okozhatnak ugyan, de a középső és alsó szakaszokon, vagyis közelebből meghatározva: Tokajtól a torkolatig, a vízszínváltozások sokkal lassabbak. Ha az árhullámokat a vízállások grafikai fölrakásával ábrázoljuk, akkor az árhullám vonalának alakja a felső mérczéken hegyes háromszöghöz hasonlít, míg az alsó mérczéken nagyon ellapuló görbét képez. Észlelhető továbbá, hogy a felső mérczékről egymásután érkező árhullámok lefelé haladtukban utólérik egymást és mintegy egymásfelé tornyosulnak. És míg a felső mérczéken a hirtelen jövő nagy záporosók idézik elő a legmagasabb vízállásokat, addig az alsóbb mérczéken a legmagasabb vízállások mindig az árhullámok találkozása folytán jönnek létre. Az árhullámok találkozását és összezeződését, melynek hydraulikai magyarázata már régen ismeretes, más folyókon

is észlelték, de a Tiszán igen kiváló mértékben mutatkozik e jelenség és vízjárását feltűnően jellegzi. E körülmény abban leli magyarázatát, hogy a Tisza nagyon csekély esésű; Tokajtól a torkolatáig, vagyis 548·6 km. hosszúságban a legkisebb víz abszolút esése csak 19·701 m. és a kilometerenkénti legkisebb esés néhol csak 1·5—2·0 cm. A kis eséshez hozzájárul még a foganatosított ármentesítő munkálatok mellett is még mindig nagy kiterjedésű ártere, mely szintén lényegesen elősegíti az árhullámok összegeződését. Így történik, hogy a Tisza középső szakaszára pld. közel mindegy, hogy a téli hó vajjon egyetlen nagy árhullámban, mely lefelé haladtában ellapul, vagy több apróbb árhullámban érkezik le, melyek egymást utolérve egymás fölé tornyosulnak. A Tisza hosszú folyásával, csekély esésével, nagy kiterjedésű medrével mintegy kiegyenliti az olvadásban előálló különbségeket s vízmagassága, mint valami tóé, nem az olvadás mikéntjétől és egyes kisebb záporosóktól látszik függni, hanem a benne raktározódott víztömegtől.

Az eddig mondottakból — eltekintve a kivételes esetektől általánosságban a következő hydrologiai tételeket állapítottuk meg a Tisza tavaszi árvizeire nézve:

1. A téli hó mennyisége nagyon csekély veszteséggel megmarad márcziusig.

2. Márczius és április hónapokban az összes hómennyiség elolvad.

3. A márczius-áprilisi esők mennyisége bizonyos viszonyban van a téli hó mennyiségével úgy, hogy nagyobb téli hónap nagyobb tavaszi eső s viszont kevesebb téli hónap kevesebb eső felel meg.

4. Tavasz kezdetén a talaj vízzel telített.

5. A Tisza középső és alsó szakasza, mint valami nagy tó, úgy raktározza a hóolvadás vizeit.

E tételekből önként következik, hogy *a Tisza márczius-áprilisi maximális vízállása mértéke a téli hó mennyiségének*, vagyis, hogy e két változó között igen benső és közvetlen kapcsolat létezik.

Hogy a téli csapadék és a Tisza tavaszi árvízmagassága közötti összefüggést közelebbről meghatározzuk, vagy a mennyiben

lehetséges, matematikai formulában kifejezzük, összeállítottuk Tokaj, Tisza-Füred, Szolnok, Csongrád és Szeged állomásokra 1885-től kezdve minden évről a márczius-április havi maximális vizállásokat és a tavaszi árvizekhez tartozó megelőző téli (december—február havi) csapadék nagyságát oly módon, hogy a kimutatásból minden egyes mérzésre nézve a fölötté elterülő vízgyűjtő területre hullott hó mennyiségének és a vízmérzésen észlelt árvíz magasságának adata rendelkezésünkre állott. Tokaj fölött azért nem vettünk tekintetbe állomásokat, mert a felső szakaszon az árhullámok még nem összegeződnek, Szeged alatt pedig azért nem, mert az alsó szakaszon a vizállásokra a Duna vízszíne, tehát egy olyan tényező, melyet combinatioinkba nem vettünk be, gyakorlatból befolyást.

Mutatóul a következő táblázatban közöljük azokat az adatokat, melyek Tisza-Füred állomásra vonatkoznak.

Kimutatás a Tisza-Füred fölött elterülő vízgyűjtő medencze téli (december—február havi) csapadékaról és a Tisza-Füreden beállott tavaszi (márczius—április havi) árvizek magasságáról.

Év	A téli (decz.—febr. havi) csapadék nagysága ezer-millió m ³ -ben	A márcz.—apr. havi legmagasabb vizállás m.-ben	Megjegyzések
1884/85	5·1102	4·99	
1885/86	9·4047	4·36	Télen erős olvadás volt
1886/87	9·6956	5·54	" " " "
1887/88	10·5115	7·36	
1888/89	9·3798	6·41	
1889/90	5·3264	5·90	
1890/91	6·2969	6·13	
1891/92	10·3713	6·05	
1892/93	8·4236	6·05	
1893/94	3·3738	5·00	
1894/95	11·1823	7·33	
1895/96	7·8959	6·06	
1896/97	8·7784	6·25	

Ez összeállításból további combinatioinkhoz az 1885—86. és 1886—87. évekre vonatkozó adatokat kihagytuk azért, mert — mint már említettük is — a tél folyamán erős olvadások voltak, úgy, hogy tavaszkor a csapadékhöz mérten jelentéktelen vízállások következtek be.

A többi adatot aztán egy derékszögű koordináta rendszer segítségével hoztuk egymással vonatkozásba oly módon, hogy az x tengelyre a vízállásokat, az y tengelyre a csapadékot raktuk föl. A korrespondeáló koordináták egy pontsorozatot adtak, mely azt a meglepő eredményt mutatta, hogy nagyjában egy egyenest állapított meg.

Hogy ennek az egyenesnek

$$x = ay + b$$

egyenletét a felsorolt adatokból a legnagyobb valószínűség szerint megállapítsuk, a legkisebb négyzetek elmélete alapján azt követeltük, hogy a hibák négyzetének összege

$$\sum (x - ay - b)^2$$

minimum legyen. E követelmény kielégítésére a kifejezés a és b szerint való differenciál hányadosait 0-sá tettük és így két egyenletet nyertünk:

$$a \sum y^2 + b \sum y - \sum xy = 0 \quad (1)$$

$$nb + a \sum y - \sum y = 0 \quad (2)$$

hol n az esetek száma, jelenleg 11.

Az egyenleteket föloldva nyertük, hogy $a = 0.2535$ és $b = 4.142$ úgy, hogy az egyenes egyenlete

$$x = 0.2535 y + 4.142 \quad (3)$$

Az egyes hibák nagyságáról a következő összeállítás ad fölvilágosítást:

Év	Észlelt vizállás m.	Számított vizállás m.	Hiba m.	Megjegyzések
1885	4.99	5.44	— 0.45	Esős tavasz a Felső-Tiszán
1888	7.36	6.80	+ 0.56	
1889	6.41	6.52	— 0.11	
1890	5.90	5.49	+ 0.41	
1891	6.13	5.74	+ 0.39	
1892	6.05	6.77	— 0.72	Igen száraz tavasz
1893	6.05	6.28	— 0.23	
1894	5.00	5.00	0.00	
1895	7.33	6.98	+ 0.35	
1896	6.06	6.14	— 0.08	
1897	6.25	6.37	— 0.12	

A hibák számtani közepe 31 cm; a középhiba pedig

$$H = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - a) - b)^2}{n - 2}} = \pm 0.42 \text{ m.}$$

A mi azt jelenti, hogy Tisza-Füredre a téli csapadékból a tavaszi árvíz magasságára 42 cm-nyi középhibával lehet következtetni.

Ha megnézzük a fentebbi táblázatban felsorolt hibákat, akkor főként kettő mutat nagyobb eltérést; az egyik az 1888, midőn a Felső-Tiszán és Bodrogon nagyobb esőzések voltak, másik az 1892, midőn az egész Tisza medencéjében aránylag igen száraz volt a tavasz, az olvadás lassú volt és a hóból eredő vízmennyiséget nem növelte a tavasz csapadéka. De ez a két kivételes esztendő sem mutat nagy eltérést az egyenes egyenletében megszbott törvénytől.

Miként Füredre, úgy Tokajra, Szolnokra, Csongrádra és Szegedre is elkészítettük a téli csapadék és a tavaszi maximális vizállásokra vonatkozó táblázatos és grafikai összeállításokat s mindenütt azt tapasztaltuk, hogy az összetartozó koordináták igen

szabályosan elhelyezkedő pontsorozatot adtak. Ez összeállítások világosan megmutatták, hogy nem igaz a közmondás, hogy «sok hó, kevés víz; kevés hó, sok víz», mert a több hónap magasabb víz és a kevesebb hónap alacsonyabb víz felelt meg.

De nyilvánvalóvá lett az is, hogy ott, a hol jelentékeny mellékfolyók ömlenek be a Tiszába, mint Tokaj, Csongrád és Szeged állomásoknál, a pontok között nagyobb a szabálytalanság, mint ott, a hol említésre méltó mellékfolyók nem ömlenek be, vagyis Füreden és Szolnokon.

Említettük ugyanis, hogy a Tisza medre a tavaszi hóolvadás árhullámaival szemben úgy viselkedik, mint valami tó, vagyis a vizet raktározza; azonban ez csak hasonlat és nem identitás. Az egyes mellékfolyók hirtelen jövő árhullámai több-kevesebb földüzadást okoznak a főfolyóban a beömlés helyén; vagy pedig az árhullámok elmaradása süllyeszti a vízszint a két folyó befogadására kifejlődött torkolatnál. Így történik, hogy a mellékfolyók beömlésénél a csapadék és vízállások összefüggése kevésbé szabályos. Szeged állomásra nézve a viszonyt némileg a Duna vízszíne is befolyásolja, a mennyiben — mint a vízrajzi osztály fölvételei kimutatták — a Duna szlankameni vízállásai Szegeden is még érezhető visszahatást gyakorolnak a Tiszára.

Mindazonáltal meghatározhattuk a fől sorolt 11 év adatai alapján, hogy Tokajnál az

$$x = 0.4172y \times 4.05 \quad (4)$$

és Szolnoknál

$$x = 0.3623y + 3.208 \quad (5)$$

egyenlet fejezi ki a téli csapadék és a tavaszi árvízmagasság közötti összefüggést.

Tokajon a középhiba

$$H = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - ay - b)^2}{n - 2}} = \pm 0.70 \text{ m.}$$

Szolnokon pedig

$$H = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - ay - b)^2}{n - 2}} = \pm 0.63 \text{ m.}$$

Tokajon is a legnagyobb eltéréseket az 1888. és 1889.-i víz-állások mutatják; Szolnokon azonban az 1888. víz már jobban beleillik az egyenletbe, mert a szolnoki vízállásokat már a csongrádiak befolyásolják. E két pont kivételével úgy Tokaj, mint Szolnok állomásra igen kielégítők a hibanagyságok.

Csongrádon és Szegeden a pontok, mint említettük, szét-esőbbek és mindkét helyen czélszerűbb volt a pontok közé kiegyenlítő vonalul nem egyenest, hanem egy igen lapos görbét húzni. Mindkét állomáson a 11 pont közül 8 igen jól megállapítja a görbét, míg 3 pont nagyobb eltéréseket mutat a mellékfolyók hatása miatt.

A lehozott képletek és grafikonok nemcsak tudományos, hanem igen fontos gyakorlati czélt is szolgálnak, a mennyiben a tavaszi árvizek előrejelzésére alkalmasok. Általában azt mondhatjuk, hogy a tél végén félméteres pontossággal 4—6 héttel előre jelezhetjük a tavaszi árvíz magasságát s ennél nagyobb hiba csak igen kivételes esetben következik be.

Ez a félméteres pontosságú előrejelzés igen becses tájékoztató az érdekeltekre, mert a tavaszi árvizek magassága meglehetősen nagy határok között változik, a mint azt a következő összeállítás mutatja.

Kimutatás a Tisza 1876 óta észlelt legkisebb és legnagyobb tavaszi árhullámainak magasságáról.

Vizmérce	A Tisza legkisebb tavaszi árhullámának		A Tisza legnagyobb tavaszi árhullámának		A tavaszi árhullámok játéka m.-ben
	éve	magassága m.-ben	éve	magassága m.-ben	
Tokaj	1894	4.60	1888	8.72	4.12
T.-Füred	1885	4.99	1888	7.36	2.37
Szolnok	1894	4.54	1895	8.27	3.73
Csongrád	1894	4.30	1895	8.67	4.37
Szeged	1894	4.34	1895	8.84	4.50

Hogy a jelzéssel elérhető eredményt egy példán is bemutassuk, felhozzuk itt az idei (1897—98.) tél és az idei (1898.) tavaszi árvíz esetét.

A főntebbiképleteket és a megszerkesztett grafikonokat ugyanis az 1897—98. év telének figyelembe vétele nélkül állapítottuk meg úgy, hogy az idei tél csapadékból a tavaszi árvizeket jelezhetjük. A jelzéshez szükséges adatokat, a jelzés eredményét s a hibákat a következő táblázatba foglaltuk össze.

Az 1897/98. tél csapadéka és az 1898. évi tavaszi legnagyobb vizállások a Tiszán.

Vizmérce neve	A vízmérczéig terjedő me- denceze csapa- déka decz.— febr. hónapok- ban ezer millió m ³ -ben	A képletek és grafiko- nok segít- ségével jelzett ta- vaszi árviz- magasság m.-ben	Az észlelt tavaszi árvíz magassága m.-ben	A jelzés hibája m.-ben	Megjegyzés
Tokaj — —	5·3311	6·27	6·08	— 0·19	Igen nagy tavaszi eső a Körösök me- denczében
T.-Füred	6·1460	5·70	5·93	+ 0·23	
Szolnok — —	6·5306	5·57	5·80	+ 0·23	
Csongrád	8·4732	5·40	5·91	+ 0·46	
Szeged — —	10·6312	5·64	6·04	+ 0·40	

E táblázat megmutatja, hogy a tél végével az idei tavaszi árvíz magasságát 19—46 cm. pontossággal lehetett volna előre jelezni. A legnagyobb eltérést a csongrádi jelzés mutatja, hol a hiba 46 cm. Ez eltérés onnan származik, hogy a Körösök medenczében igen kivételes felhőszakadás volt április 2—5. között, mely N.-Zerinden és Kis-Jenőn akkora árvizet okozott, hogy a legmagasabbat megközelítette.* E kivételes felhőszakadás vize azonban a nagy Tisza mederben ellapult s a jelzett vízszintől csak 46 cm. túlemelkedést okozott, mely aztán fölfelé is, lefelé is megkisebbedve éreztette hatását. E példa igen tanulságosan mutatja,

* Ez árvizet nagy jelentősége s a kivételes körülmények folytán, melyek közt előállott, a vízrajzi osztály részletes tanulmány tárgyává tette.

hogy a Tisza tavaszi árvizeit nem egyes helyi záporosók, melyek a hegyek közt nagy magasságú vízállásokat idéznek elő, hanem az egész medenczében télen raktározódó hó mennyisége s a tavasz általános csapadék-jellege adják meg.

A fölhozott példából már megítélhető a végzett tanulmány gyakorlati értéke. A tavaszi árvizek előre jelzése már márczius elején megtehető s így az árvizi érdekeltek idejekorán elkészülhetnek a védelemre, vagy oktan költségektől megmenekülhetnek.

Ez idő szerint ugyan a tanulmány csak 14 évre terjed ki s így a lehozott képletek és grafikonok pontosságát még a jövő évek próbái mutatják meg és idők folytán több adat alapján némi változást is szenvedhetnek: mégis a nyert eredmények egész új világot vetnek a Tisza vízjárására s alkalmasak arra, hogy oly bonyolódott jelenséget, mint a minő a tavaszi árvíz, közelebbről meghatározzanak.

Így tehát a Tiszára vonatkozó hydrometriai ismereteink e tanulmány által jelentékeny bővülést nyertek.

És bár jól tudjuk, hogy hazai folyóinkra vonatkozólag a hydrometria terén még számos problema megoldása vár reánk: az eddigi eredmények eléggé biztatók arra, hogy sikerülni fog a vízjárás egyéb törvényeit is a gyakorlati életnek megfelelő pontossággal meghatároznunk.

